Collection
La Réussite

Tle D

Sciences de la Vie et de la Terre (SVT)

Manuel

Auteurs

KOUADIO Yao
Inspecteur de l'Enseignement Secondaire

AKA Remi
Inspecteur Pédagogique Principal

KOUASSI Yao Eugène
Inspecteur Pédagogique Principal

YOBOUÉ Tano
Inspecteur Pédagogique Principal

KOUAMÉ Julus N'Guessan
Inspecteur Pédagogique Principal

KOUADIO Kouamé Toussaint
Inspecteur Général

SPÉCIMEN

Vallesse

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 1 27/02/2025 16:54

Avant-Propos

Cet ouvrage des Sciences de la Vie et de la Terre de la classe de Tle D de la collection « La Réussite » a pour titre « Sciences de la Vie et de la Terre Tle D ». C'est un manuel, fruit du travail collectif d'une équipe d'Inspecteurs et d'Encadreurs Pédagogiques.
Conforme à la nouvelle approche pédagogique, l'Approche Par les Compétences (APC) en vigueur actuellement en Côte d'Ivoire et à ses objectifs, il entend mettre l'élève au centre du processus d'apprentissage et d'évaluation.
L'ouvrage est constitué de quinze (15) leçons réparties en sept (07) thèmes. Chaque leçon est structurée autour de sept (07) rubriques :

• Situation d'apprentissage : elle place l'apprenant(e) dans le contexte où le problème à résoudre se présente. En contextualisant l'apprentissage, la situation d'apprentissage lui donne un sens.

• Tableau des habiletés - contenus : c'est une rubrique qui présente les habiletés de la leçon, à installer par les activités et à évaluer.

• Installation des habiletés : c'est une succession d'activités en rapport avec l'habileté à installer. Chaque activité est suivie d'une synthèse et d'un exercice de fixation.

• Apprentissage de la rédaction : deux (02) exercices avec des outils différents sont proposés et corrigés en indiquant les stratégies utilisées pour leur résolution.

• Résumé du cours : c'est l'essentiel à retenir de la leçon.

• Exercices : Ils sont regroupés en deux grands groupes. Les exercices de renforcement qui sont des tests objectifs et les exercices d'approfondissement qui sont des situations d'évaluation plus ou moins complexes.

• Approfondis tes connaissances : C'est un ensemble d'informations en complément de la thématique abordée dans la leçon.

Ce manuel commence par des pré-acquis (résumés des leçons des classes antérieures, indispensables en classe de Tle D et se termine par les méthodologies de la discipline SVT (techniques d'analyse et d'interprétation selon le support, utilisées en SVT) et un mémento (un condensé de chaque leçon).
Les auteurs de ce manuel accueilleront avec bienveillance les observations et suggestions que chacun voudra bien leur faire en vu d'éventuelles améliorations.

Les auteurs

Tous nos efforts pour retrouver les ayants droit de certaines images utilisées dans ce manuel sont restés vains. Toutefois, nous poursuivons nos recherches afin de nous conformer à la législation en vigueur.

SPECIMEN

© Vallesse Éditions, Abidjan, 2025
ISBN : 978-2-38403-110-8
Toute reproduction est interdite sous peine de poursuites judiciaires.

Sommaire

Préacquis 05

THÈME 1 : LES RESSOURCES MINIÈRES

Leçon 1 : La mise en place des gisements miniers en Côte d'Ivoire 12
Leçon 2 : L'exploitation des gisements miniers en Côte d'Ivoire 29

THÈME 2 : LA GESTION DES SOLS

Leçon : L'amélioration et la protection des sols 50

THÈME 3 : LA COMMUNICATION DANS L'ORGANISME

Leçon 1 : Le réflexe conditionnel 74
Leçon 2 : Le fonctionnement du tissu nerveux 91
Leçon 3 : Le fonctionnement du muscle strié squelettique 124
Leçon 4 : Le fonctionnement du cœur 152

THÈME 4 : LA REPRODUCTION CHEZ LES MAMMIFÈRES ET CHEZ LES SPERMAPHYTES

Leçon 1 : Le devenir des cellules sexuelles chez les mammifères 176
Leçon 2 : Le fonctionnement des organes sexuels chez l'Homme 189
Leçon 3 : La reproduction chez les spermaphytes 206

THÈME 5 : LA TRANSMISSION DES CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES

Leçon 1 : La transmission d'un caractère héréditaire chez l'Homme 220
Leçon 2 : La transmission de deux caractères héréditaires chez les êtres vivants 239

SPECIMEN

Sommaire

THÈME 6 : LE MILIEU INTÉRIEUR

Leçon : Le maintien de la constance du milieu intérieur 264

THÈME 7 : LA DÉFENSE DE L'ORGANISME ET SON DYSFONCTIONNEMENT

Leçon 1 : Le système de défense de l'organisme 286

Leçon 2 : L'infection de l'organisme par le VIH 307

Méthodologie des S.V.T 323

Mémento 324

SPÉCIMEN

• La mise en place et l'exploitation des gisements miniers en Côte d'Ivoire

La Côte d'Ivoire produit et exporte certains minerais dans certaines régions :

• L'or à Hiré, Ity.

• Le fer dans la région de Man.

• Le manganèse et autres dans d'autres régions.

Ces exploitations sont en général industrielles mais elles se font aussi de façon artisanale.

Ces exploitations ont des conséquences néfastes sur l'environnement et bouleversent profondément la vie sociétale dans les régions où elles se pratiquent. Drogue, prostitution et violence sont inhérentes à l'exploitation minière en général et à l'exploitation de l'or en particulier.

Effets de l'orpaillage clandestin sur l'environnement

Destruction des terrains agricoles

Bandama avant et après l'orpaillage clandestin

• L'amélioration et la protection des sols

Quelques moyens de protection des sols :

• Reboisement : il consiste à replanter des arbres sur une surface exploitée.

• Paillage : il consiste à recouvrir le sol avec des débris végétaux, en général de la paille.

• Haie brise-vent : protège le sol de l'érosion éolienne.

Reboisement : reconstitution du couvert végétal

Paillage : protection du sol

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 5 27/02/2025 16:54

Haie brise-vent

Quelques techniques d'amélioration des sols :

• Apport d'engrais au sol : il consiste à reconstituer la fertilité du sol en lui apportant directement des sels minéraux (contenus dans l'engrais utilisé).

• Amendement du sol : il consiste à apporter au sol ce qui manque. Cette pratique permet d'améliorer les caractéristiques physiques et chimiques du sol traité.

Épandage manuel d'engrais

Amendement humifère

• Le réflexe conditionnel

Il existe des réflexes innés et des réflexes conditionnels. Le réflexe inné s'exécute sous l'action d'un message nerveux ou influx nerveux né au niveau d'un récepteur et transmis à un effecteur grâce à des conducteurs nerveux (nerf sensitif et nerf moteur).

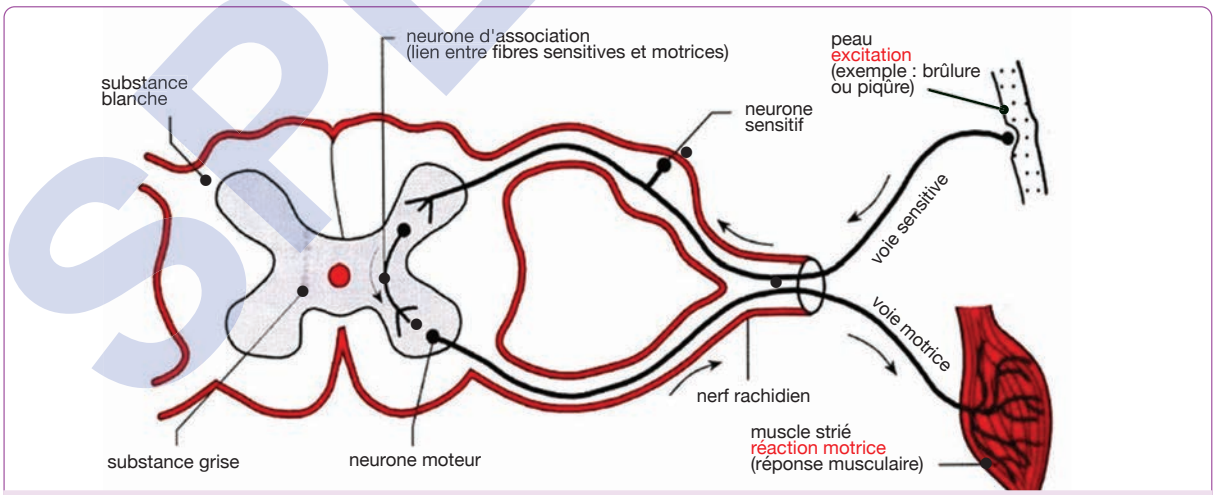


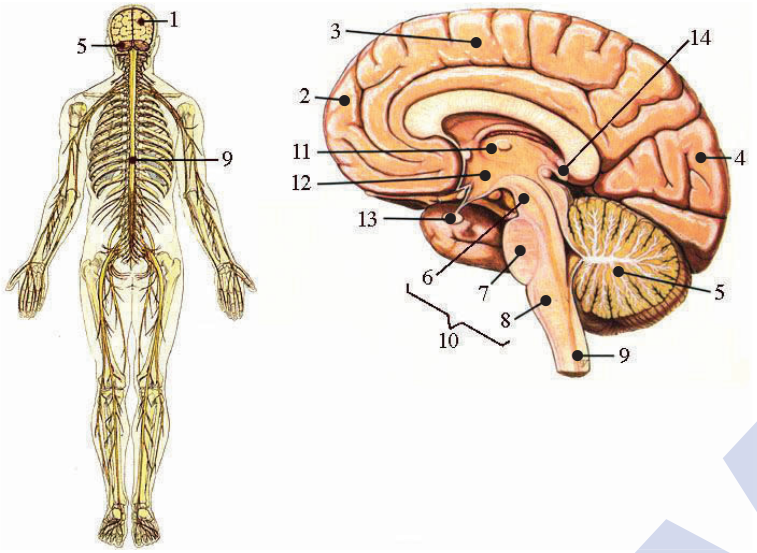
Schéma de l'arc réflexe unilatéral

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 6 27/02/2025 16:54

• Le fonctionnement du tissu nerveux

Le système nerveux est constitué par les centres nerveux (encéphale et moelle épinière) d'où partent les nerfs. L'encéphale est constitué par le cerveau, le cervelet et le bulbe rachidien.
Les nerfs conduisent le message nerveux ou influx nerveux.



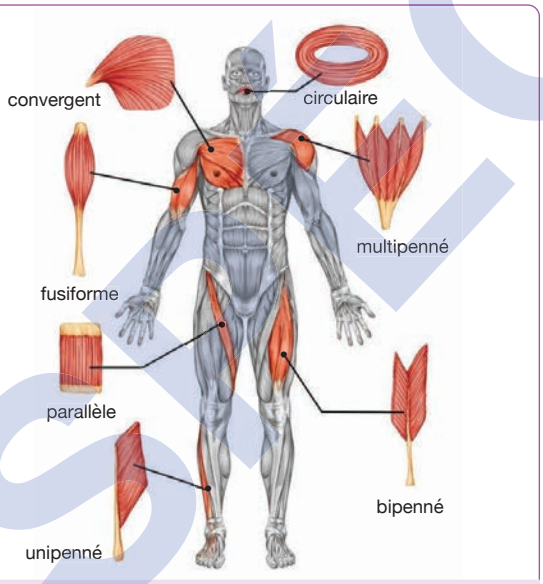
1. cerveau
2. lobe frontal
3. lobe pariétal
4. lobe occipital
5. cervelet
6. mésencéphale
7. protubérance annulaire
8. bulbe rachidien
9. moelle épinière
11. thalamus
12. hypothalamus
13. hypophyse
14. épiphyse

} 10. tronc cérébral

Organisation du système nerveux

• Le fonctionnement du muscle strié squelettique

Les muscles sont des organes contractiles. Ils sont rattachés aux os et assurent la mobilité du corps.



Appareil musculaire du corps humain

• Le fonctionnement du cœur

Le cœur est le moteur de la circulation sanguine. Chez les mammifères, il est constitué de quatre cavités (deux ventricules et deux oreillettes).

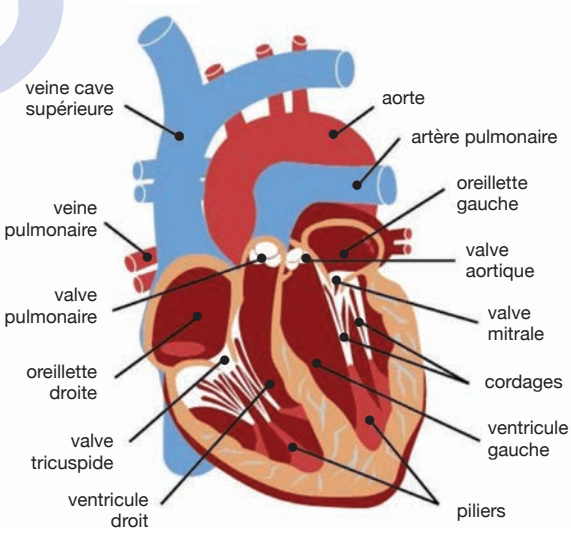
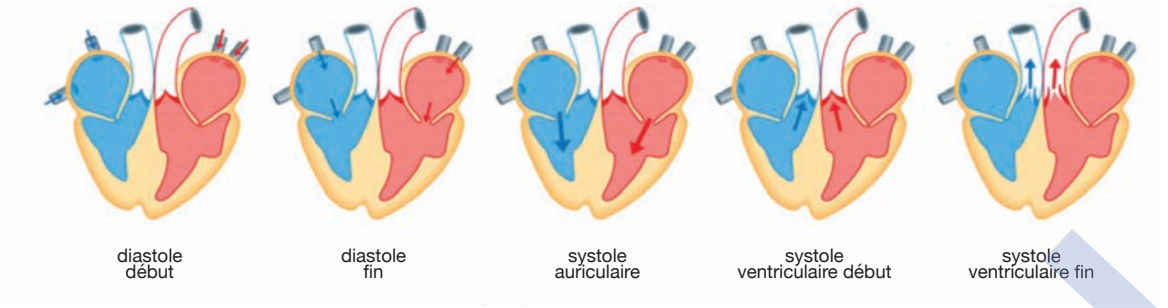


Schéma de la coupe longitudinale du cœur de mammifère

Le cœur fonctionne de façon cyclique : contraction des oreillettes suivie de celle des ventricules puis le cœur se repose pendant la même durée que les contractions.
Ce cycle est appelé révolution cardiaque ou battement cardiaque.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 7 27/02/2025 16:54

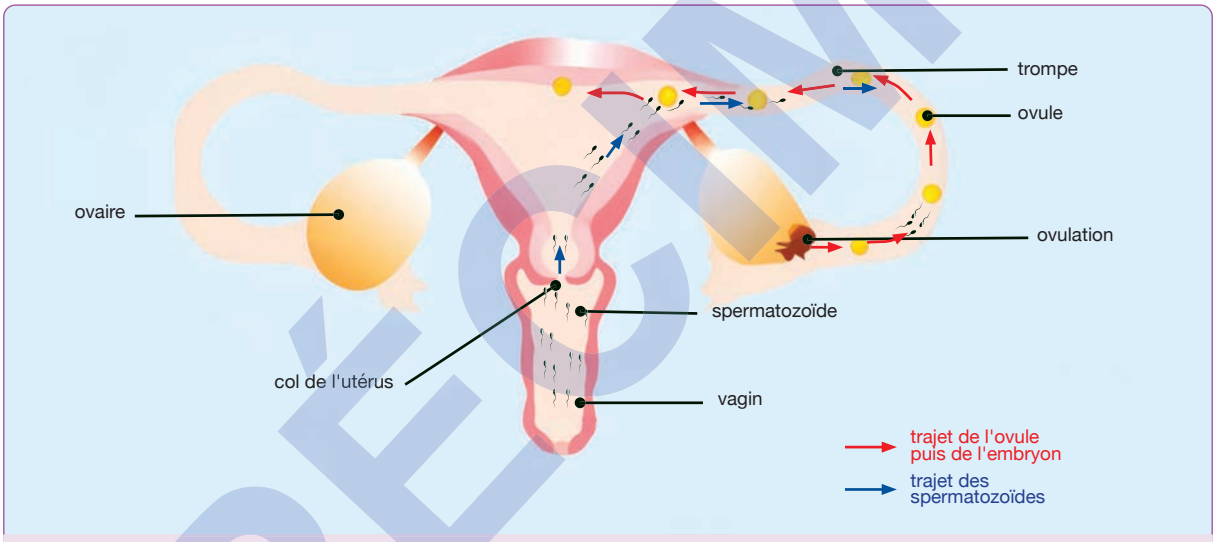


Révolution cardiaque

• Le devenir des cellules sexuelles chez les mammifères

Les cellules sexuelles sont produites par les gonades (testicules et ovaires). Après la fécondation la cellule-œuf (zygote) obtenue se divise puis se développe pour donner un embryon qui se fixe dans l'utérus.

Au terme de son développement, l'embryon devient un fœtus qui est expulsé à la suite de la mise bas.



Devenir des cellules sexuelles dans les voies génitales de la femme

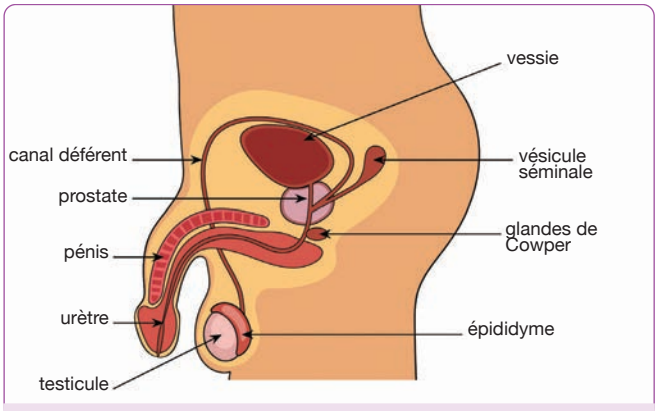
• Le fonctionnement des organes sexuels chez l'Homme

Les appareils reproducteurs de l'Homme comportent des organes sexuels (testicules chez l'homme et ovaires chez la femme), des voies sexuelles (spermiductes et urètre chez l'homme et oviductes, utérus puis vagin chez la femme) et des glandes annexes (vésicules séminales puis prostate chez l'homme et glandes de Bartholin chez la femme).

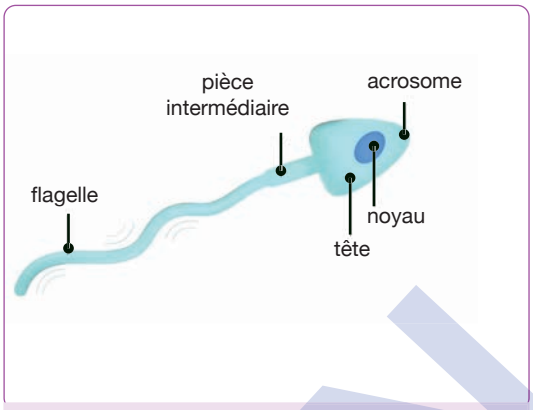
Les organes sexuels produisent les cellules sexuelles (spermatozoïdes chez l'homme et ovules chez la femme) et les hormones sexuelles.

SPÉCIMEN

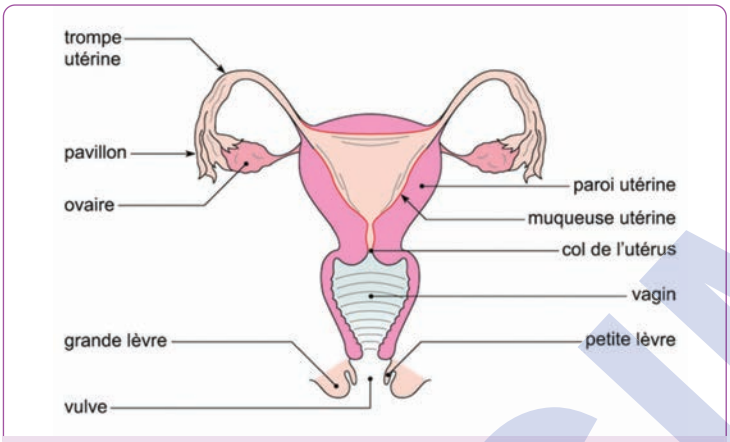
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 8 27/02/2025 16:54



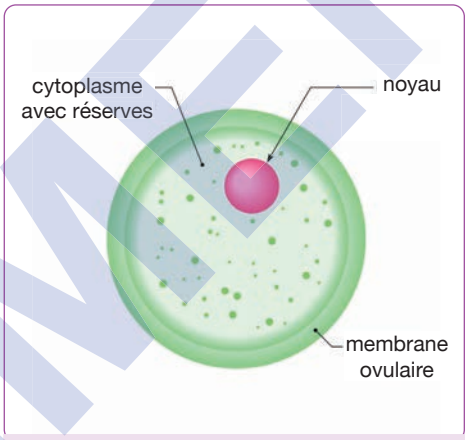
Appareil reproducteur de l'homme



Spermatozoïde



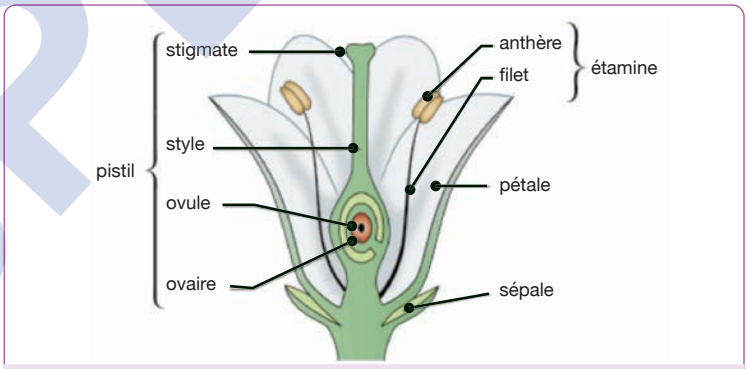
Appareil reproducteur de la femme



Ovule

• La reproduction chez les spermaphytes

Les fleurs des spermaphytes (plantes à graines), comportent des pièces protectrices (calice ou ensemble des sépales et la corolle ou ensemble des pétales) et des organes reproducteurs (l'androcée, ensemble des étamines qui représente l'organe reproducteur mâle et le pistil, constitué par l'ovaire, le style et le stigmate qui représente l'organe reproducteur femelle).
Les étamines produisent les grains de pollen et l'ovaire produit les ovules.



Organisation d'une fleur complète

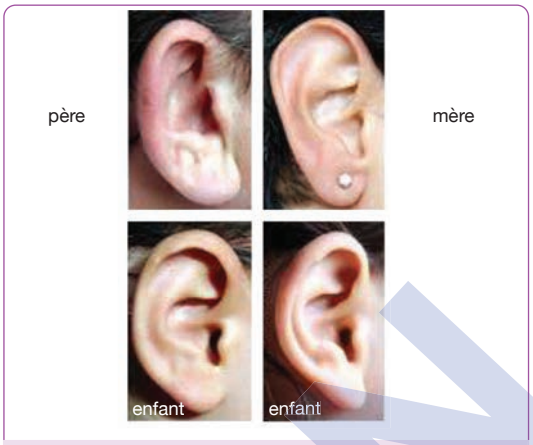
SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 9 27/02/2025 16:54

• La transmission des caractères héréditaires chez les êtres vivants

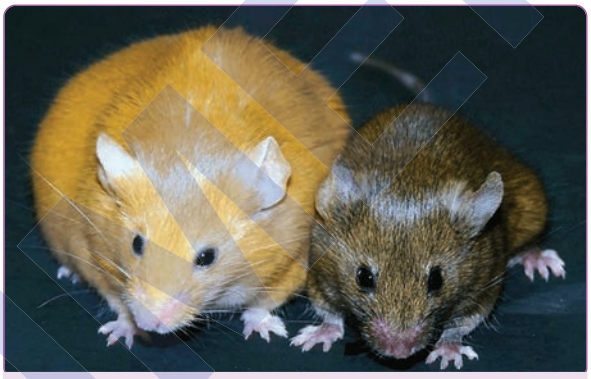
Chez les êtres vivants des traits de caractère morphologiques, physiologiques et comportementaux des ascendants peuvent se retrouver chez les descendants.

Le support de l'hérédité est l'ADN qui est le constituant essentiel du chromosome. La portion de l'ADN qui détermine un caractère donné est le gène.



Forme de l'oreille

Couleur de la peau



Couleur du pelage chez la souris

• Le système de défense de l'organisme

Le sang est constitué de cellules sanguines baignant dans une phase liquide appelée plasma. Les différentes cellules sanguines jouent des rôles précis dans l'organisme :
- les globules rouges ou hématies assurent le transport des gaz respiratoires ;
- les plaquettes sanguines ou globulins interviennent dans le processus de la coagulation sanguine ;
- les globules blancs assurent la défense de l'organisme contre les éléments étrangers (microbes, particules étrangères…)

• L'infection de l'organisme par le VIH

Un organisme infecté par le VIH passe par des étapes caractérisées par des signes :
- au début de l'infection, l'individu ne présente pas de signe apparent de la maladie mais il peut transmettre le VIH à d'autres personnes : l'individu à cette étape est dit séropositif ;
- lorsque l'organisme est affaibli, les microbes l'envahissent et des maladies opportunistes se manifestent. Les signes les plus récurrents sont la fièvre persistante, la diarrhée chronique, la perte de poids, le sarcome de Kaposi …

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 10 27/02/2025 16:54

Thème 1

LES RESSOURCES MINIÈRES

SPÉCIMEN

Leçon 1

La mise en place des gisements miniers en Côte d'Ivoire

Situation d'apprentissage

Durant les congés de Pâques passés auprès de ton oncle dans un campement situé au sud-est de la Côte d'Ivoire, tu apprends que les jeunes du village ont découvert de l'or dans la rivière qui traverse le village. Tu les approches pour en connaître sa localisation mais tu n'as pas de satisfaction. De retour des congés, tu en informes tes camarades de classe et ensemble, vous décidez de localiser les principaux gisements miniers de la Côte d'Ivoire, d'identifier les roches dans lesquelles ils se forment et d'expliquer le mécanisme de leur formation.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 12 27/02/2025 16:54

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Identifier	- les principaux gisements miniers de la Côte d'Ivoire : Or, Diamant, Nickel, Cuivre, Manganèse, Aluminium ou Bauxite, Titane, Étain, Molybdène ; - les principales roches encaissantes.
Localiser	les principaux gisements miniers de la Côte d'Ivoire : Or, Diamant, Nickel, Cuivre, Manganèse, Aluminium ou Bauxite, Titane, Étain, Molybdène.
Expliquer	le mécanisme de formation des gisements aurifères.
Annoter	le schéma de synthèse des différents types de gisements d'or.
Déduire	les notions de : roche encaissante, minerai.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1

Localiser les principaux gisements miniers de la Côte d'Ivoire et les principales roches encaissantes

Observe attentivement la carte géologique ci-dessous et le tableau ci-après.

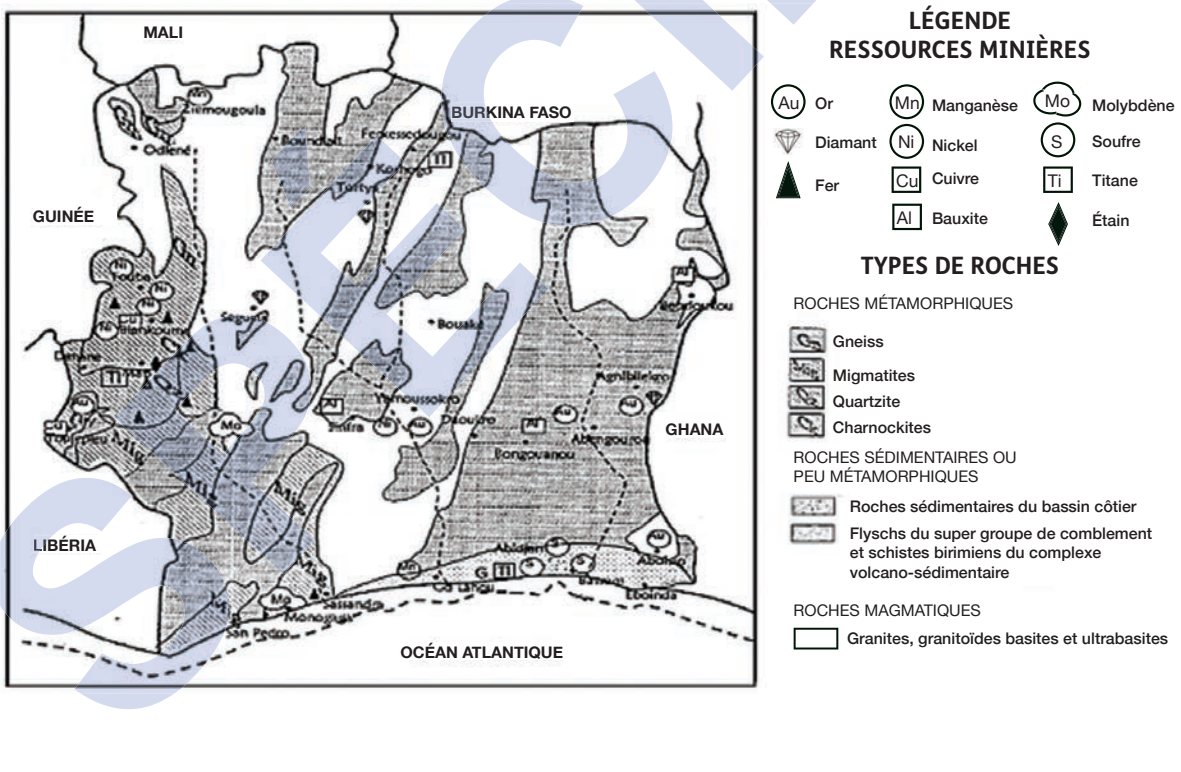


Figure 1 : Carte géologique et des ressources minières en Côte d'ivoire

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 13 27/02/2025 16:54

ÉLÉMENTS SYMBOLE	MINERAI	LOCALISATION	FORME DU GÎTE	ROCHES	ÂGE DE FORMATION
Or (Au)	Or natif	- Danané (Ity) - Aboisso (Afema) - Toumodi (Kokumbo) - Bouaflé (Angovia) - Abengourou (Pandiegna) - Ouéllé	- Placers - Filons	- Roches magmatiques (filons de quartz) - Roches sédimentaires (alluvions,graviers, sables,conglomérats, sulfures métalliques)	Birimien (2500-1800 Ma)
Diamant (C)	Carbone pur (indice de dureté : 10)	- Séguela - Korhogo (Tortiya) - Agnibilekro (Amoriakro)	- Placers - Filons ou inclusions	- Roches magmatiques basiques (Kimberlites) - Reches sédimentaires (alluvions)	Crétacé (135-65 Ma)
Fer (Fe)	- Magnétite (Fe3O4) - Hématite (Fe203) - Limonite (FeO(OH), nH2O)	- Man (monts Klahoyo, Tia Nimba, Gao, Toto, Segaye) - San Pedro (Monogaga)	Stratiforme (lits successifs de quartzite et de magnétite)	- Roches métamorphiques (quartzites à magnétite, itabirites) - Roches sédimentaires (latérites, grès ferrugineux)	Archéen (4000-2500 Ma)
Manganèse (Mn)	- Pyrolusite (MnO3) - Manganite (MnOOH)	- Grand Lahou (Mokta) - Odienné (Ziemougoula)	- Nodules polymétalliques - Oolithes	- Roches magmatiques (granitoïdes, filons hydrothermaux) - Roches sédimentaires (gangue calcaire, dolomitique, siliceuse)	Birimien (2500-1800 Ma)
Nickel (Ni)	Pentlandite (Ni,Fe)9S8	- Biankouma (Sipilou, Samapleu) - Touba - Sinfra	Filons ou inclusions	- Roches magmatiques mafiques et ultramafiques (péridotites, dunites) - Roches sédimentaires (sulfures métalliques)	Archéen (4000-2500 Ma)
Cuivre (Cu)	- Cuprite (Cu20) - Chalcopyrite (CuFeS2)	- Biankouma (Samapleu) - Toulepleu	Lentilles ou inclusions	Roches magmatiques mafiques et ultramafiques (péridotites, pyroxénolites)	Archéen (4000-2500 Ma)
Aluminium (AI)	Bauxite minerai moins A1203)	- Bongouanou (Benene, Elinzue) - Bondoukou - Sinfra	- Plateaux bauxitiques - Couches stratifiées lenticulaires	- Roches magmatiques (volcanites) - Roches sédimentaires (grauwackes, arénites) - Roches métamorphiques (schistes)	Birimien (2500-1800 Ma)
Etain (Sn)	Cassitérite (SnO2)	- Man - Toulepleu	- Filons - Placers	-Roches magmatiques (Granites) - Roches sédimentaires (alluvions)	Archéen (4000-2500 Ma)
Molybdène (Mo)	Molybdenite (MoS2)	- Duekoué (Guehiebly) - San Pedro (Monogaga)	Filons ou inclusions	- Roches magmatiques (granites porphyroïdes) - Roches métamorphiques (migmatites)	Archéen (4000-2500 Ma)
Titane (Ti)	- Ilménite - Titano-magnétite	- Man (Sangouiné) - Ferkéssédougou (Bavé) - Jacqueville	- Inclusions - Placers (alluvions)	- Roches magmatiques basiques - Roches sédimentaires (sables)	Archéen Birimien
Sable de verrerie	Quartz : Silice (Si O2)	- Anyama - Bassam - Port Bouet	Alluvions fluviales	Roches sédimentaires (sables)	Quaternaire (1,65-0,01 Ma)

Figure 2 : Tableau des principaux gîtes minéraux de la Côte d'ivoire et leur localisation

- Relève les principaux gisements miniers de la Côte d'Ivoire.
- Localise-les.
- Identifie les roches encaissantes de ces gisements miniers.
- Déduis les notions de roche encaissante et de minerai.

Synthèse

Les principaux gisements miniers de la Côte d'Ivoire sont :

• **L'or (Au)** localisé à Toumodi (Kokumbo), Aboisso (Afema), Abengourou (Padiegnan), Danané (Ity), Ouéllé et Bouaflé (Angovia). Les roches qui le renferment sont les roches magmatiques et les roches sédimentaires ;

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 14 27/02/2025 16:54

• **Le diamant (C)** localisé à Séguéla, Korhogo (Tortiya), et Agnibilekro (Amoriakro). Les roches qui le renferment sont des roches magmatiques ou des roches sédimentaires ;
• **Le Fer (Fe)** localisé à Man (Mont Klahoyo, Mont Nimba, Mont Gao, Mont Tia, Mont Toto), San-Pedro (Monogaga). Les roches qui le renferment sont des roches métamorphiques ou des roches sédimentaires ;
• **Le manganèse (Mn)** localisé à Grand Lahou (Mokta) et Odienné (Ziémougoula). Les roches qui le renferment sont des roches magmatiques ou des roches sédimentaires ;
• **Le Nickel (Ni)** localisé à Biankouma (Samapleu, Sipilou), Touba, Sinfra, Bouaké. Les roches qui le renferment sont des roches magmatiques ou des roches sédimentaires ;
• **Le Cuivre (Cu)** localisé à Biankouma (Samapleu), Toulepleu. Les roches qui le renferment sont des roches magmatiques.
• **L'Aluminium (Al)** sous la forme de Bauxite localisé à Bondoukou, Bongouanou (Bénéné, Elinzué). Les roches qui le renferment sont des roches magmatiques ou métamorphiques ou sédimentaires ;
• **Le Titane (Ti)** localisé à Man (Sangouiné). Les roches qui le renferment sont des roches magmatiques ou sédimentaires ;
• **L'Étain (Sn)** localisé à Man, Toulepleu. Les roches qui le renferment sont des roches magmatiques ou sédimentaires ;
• **Le Molybdène (Mo)** localisé à Duékoué (Guehiébly) et San-Pedro (Monogaga). Les roches qui le renferment sont des roches magmatiques ou métamorphiques.
Les roches dans lesquelles se forment ces matériaux géologiques sont dites **roches encaissantes**.
L'ensemble rocheux contenant des substances métallifères utiles, en pourcentage suffisant pour justifier une exploitation, est appelé **un minerai**.
Le sous-sol de la Côte d'Ivoire contient diverses ressources minières réparties sur toute l'étendue du territoire.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente quelques ressources minières de la Côte d'Ivoire et les régions où l'on les rencontre.

Villes / Minerais	Toulepleu	San-Pédro	Aboisso	Biankouma	Bouaflé	Man
Étain						
Diamant						
Fer						
Cuivre						
Molybdène						
Or						

Mets une croix dans la case correspondant à la ville où l'on rencontre chaque minerai, après avoir reproduit le tableau.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 15 27/02/2025 16:54

Activité 2 Expliquer le mécanisme de formation des gisements aurifères

Les figures ci-dessous sont relatives aux modes de formation des gisements aurifères.

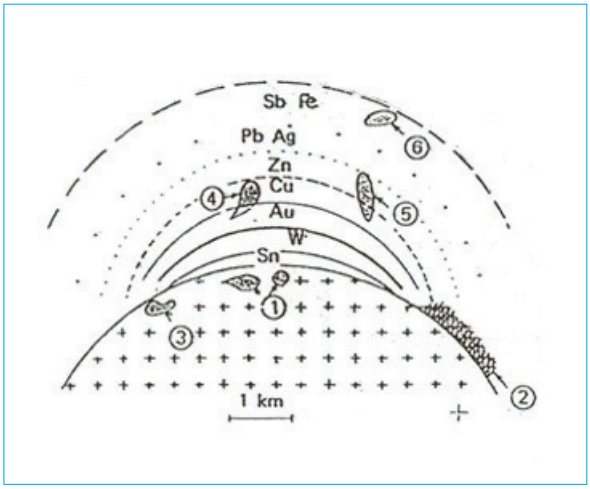


Figure 3 : Mode de cristallisation des minéraux en fonction de la température et de la pression

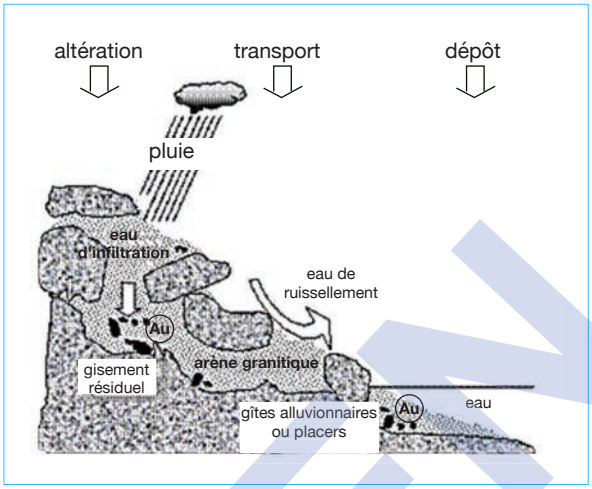


Figure 4 : Formation des gisements résiduels et alluvionnaires

- Observe attentivement ces figures.
- Analyse les phénomènes présentés par les figures.
- Explique la formation des gisements primaires et des gisements secondaires.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Les gîtes métallifères se forment soit au sein du massif granitique (1 et 3) soit en périphérie du massif (2, 4, 5 et 6). Les minéraux (Sn, W, Au, Cu, Zn, Pb, Ag, Sb, Fe) présentent une zonalité (Figure 3).

Au cours de la montée du magma, la température et la pression du liquide baissent. Le magma subit un refroidissement et les minéraux métallifères qu'il contient précipitent et cristallisent. Il se produit une séparation des minéraux en fonction de la température et de la pression : c'est la **cristallisation fractionnée**. Les minéraux qui cristallisent à la même température se concentrent dans la même zone, d'où la zonalité des minéraux.

Lors du refroidissement du magma, les minéraux aurifères peuvent être :

- soit piégés et se concentrer au sein la roche mère où ils cristallisent pour être à l'origine des **gisements magmatiques** ou **gisements de ségrégation aurifères** ;
- soit contenus dans les fluides hydrothermaux (ou vapeurs chaudes minéralisantes) et migrent dans les accidents des roches préexistantes (fissures, diaclases, failles...), y précipitent, se concentrent puis cristallisent donnant lieu aux **gisements filoniens aurifères** ou aux **gisements de faille aurifères**.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 16 27/02/2025 16:54

Les gisements magmatiques, les gisements filoniens et les gisements de faille qui sont issus du refroidissement du magma et de la cristallisation fractionnée des minéraux sont des **gisements primaires**.

Les gisements résiduels d'or et les gisements alluvionnaires aurifères se forment à partir de l'altération des roches encaissantes (Figure 4). Sous l'action d'agents atmosphériques, les minéraux d'or par leur densité peuvent soit :

- s'accumuler sur place à la suite de leur entraînement par les eaux d'infiltration pour constituer des **gisements résiduels** ou **gisements d'altération** ;
- être transportés par l'eau de ruissellement, se déposer dans les cours d'eau où ils s'accumulent et se concentrent par gravité dans les alluvions pour former les **gîtes alluvionnaires** ou **placers**.

Ces gisements aurifères issus de l'altération de roches encaissantes sont des **gisements secondaires**.

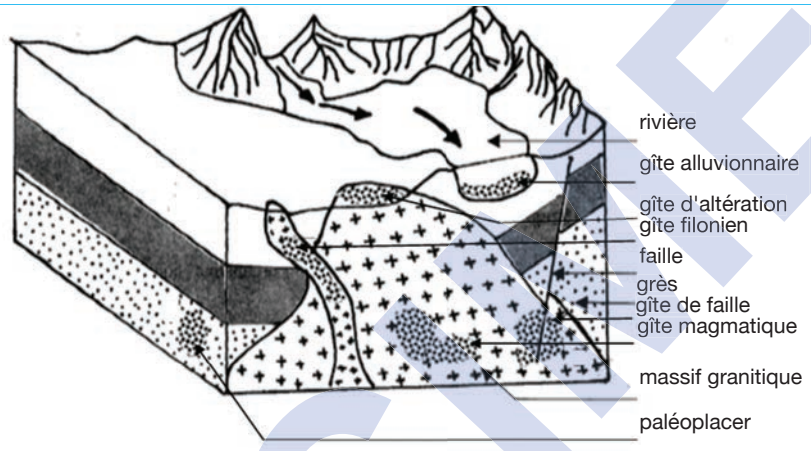


SCHÉMA DE SYNTHÈSE DES DIFFÉRENTS TYPES DE GISEMENTS

Exercice de fixation

Le texte lacunaire ci-dessous est relatif à la formation des principaux types de gisements aurifères.

L'or prend naissance d'abord dans un premier type de gisement qualifié de ....**1**.... avant de se retrouver dans les sédiments provenant de l'altération du massif granitique pour former des gisements ...**2**... .

Les premiers types de gisements sont situés en profondeur. Leur processus de formation à partir du ...**3**... fait intervenir des ...**4**... (100 à 450 °C) qui empruntent des voies de moindre résistance (fissures, diaclases, etc.). Les minéraux aurifères se solidifient lentement et précipitent par fraction, on parle alors de ...**5**... . Les cristaux d'or néoformés se concentrent dans les fissures de la roche encaissante donnant des ...**6**... et des gîtes de ségrégation. Ces gisements sont dits ...**7**... car ils prennent naissance en profondeur.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 17 27/02/2025 16:54

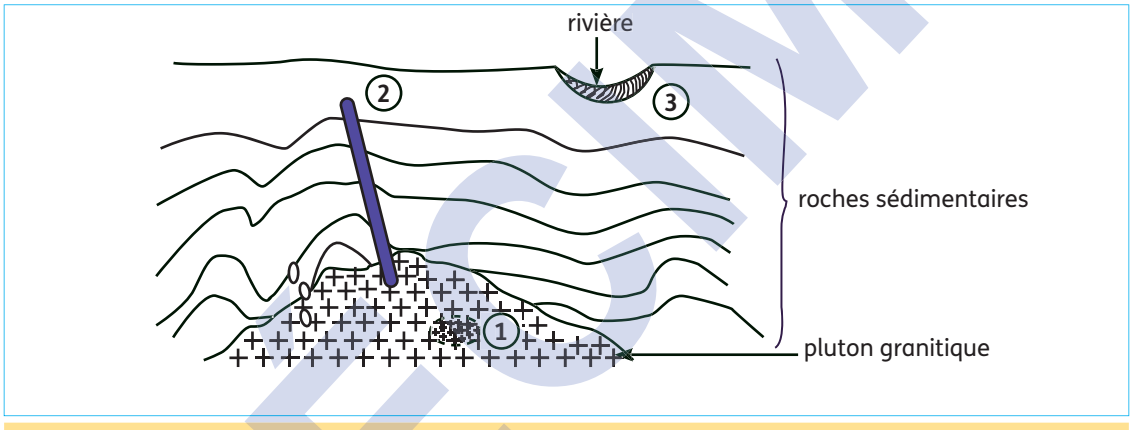
Dans le cas de gisements ...**8**..., l'or est issu de l'altération in situ de la roche encaissante. Mais si les minéraux aurifères sont transportés en d'autres lieux (alluvion), on aboutit dans ce cas à des gisements ...**9**... . Ces gisements sont dits ...**10**... parce qu'ils se forment en surface.

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : *vapeurs minéralisantes ; résiduels ; endogènes ; secondaires ; filons ; exogènes ; primaires ; cristallisation fractionnée ; alluvionnaires ; magma.*

APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

Pendant les congés de Noël passés au village, ton jeune frère en classe de Seconde apprend que de l'or a été trouvé dans la rivière du village. Il est étonné car il aurait appris que l'or se trouve uniquement dans le sous-sol. Il veut comprendre la présence de l'or dans la rivière et il te sollicite. Pour l'aider, tu t'appuies sur le document ci-dessous présentant une coupe schématique du sous-sol d'une région où l'on rencontre des gisements aurifères.



Document

1. Nomme les gisements 1, 2 et 3.
2. Regroupe les gisements en familles de gisements.
3. Explique le processus de mise en place du gisement 3.
4. Déduis la notion de roche encaissante.

Corrigé

1. Nom des gisements 1, 2 et 3.
1. Gisement magmatique
2. Gisement filonien
3. Gisement alluvionnaire

Méthode

Bien observer la configuration de chaque gisement.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 18 27/02/2025 16:54

2. Les familles de gisements.
Gisements primaires : gisement magmatique (1) et Gisement filonien (2).
Gisement secondaire : Gisement alluvionnaire (3).

Regrouper les gisements en famille (gisement primaire ou gisement secondaire).

3. Explication du processus de mise en place du gisement 3.
Lorsque les roches encaissantes affleurent, elles sont exposées aux agents d'altération. Une fois altérées, ces roches libèrent les produits d'altération dont les minéraux d'or. Ces minéraux d'or sont ensuite transportés par l'eau de ruissellement jusqu'à la rivière où ils se déposent et s'accumulent pour former un gisement alluvionnaire.

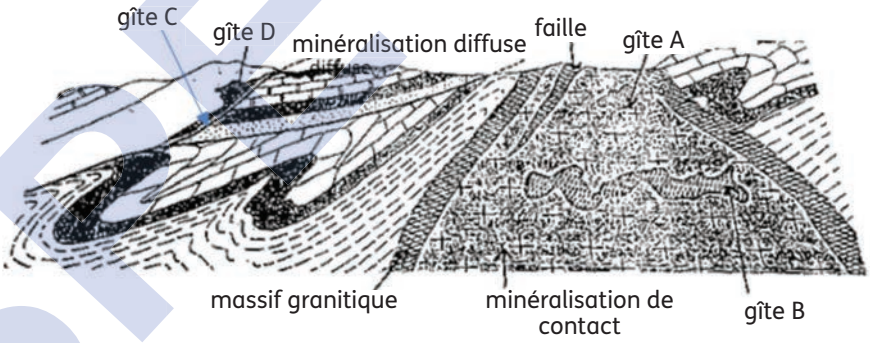
Connaître les modes de formation des différents gisements.

4. Déduction
Une roche encaissante est une roche dans laquelle se forment les matériaux géologiques.

S'appuyer sur ce qui précède, pour définir la notion de roche encaissante.

Exercice 2

Au cours de la préparation d'un devoir de niveau sur les ressources minières, un membre de ton groupe de travail effectue des recherches et découvre sur internet le document ci-dessous présentant une coupe schématique d'un terrain réunissant artificiellement différents types de gisements métallifères.



Document

Éprouvant des difficultés à expliquer la mise en place de ces différents gisements, il te sollicite.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 19 27/02/2025 16:54

1. Nomme les différents gîtes présentés par le document.
2. Identifie le type de gisement correspondant à chaque gîte.
3. Explique la mise en place des gîtes A, B, C et D.
4. Déduis-en la notion de minerai.

Corrigé

1. Nom des gîtes.
- Gîte A : gîte de faille.
- Gîte B : gîte d'altération.
- Gîte C : gîte filonien.
- Gîte D : gîte magmatique (ou gîte en amas).

2. Identification des types de gisements.
- Gisements primaires : gîte filonien, gîte magmatique et gîte de faille.
- Gisements secondaires : gîte d'altération.

3. Explication.
Au cours de la montée du magma, il subit un refroidissement et les minéraux métallifères qu'il contient précipitent et cristallisent en fonction de la température et de la pression : c'est la **cristallisation fractionnée**. Ces minéraux sont soit piégés au sein la roche- mère où ils se concentrent et cristallisent pour former des **gîtes magmatiques (D)**, soit contenus dans les fluides hydrothermaux et migrent dans les accidents des roches préexistantes (fissures, diaclases, failles...), où ils précipitent, se concentrent puis cristallisent pour former les **gîtes filoniens (C) ou les gîtes de failles (A)**.
Lorsque la roche encaissante affleure, elle s'altère et libère les minéraux métallifères. Ces minéraux restent sur place ou sont entraînés par les eaux de d'infiltrations et précipitent dans une zone de cémentation où ils se concentrent pour former le **gîte d'altération** ou **gîte résiduel (B)**.

4. Déduction.
Un minerai est un ensemble rocheux contenant des substances métallifères utiles en pourcentage suffisant pour justifier une exploitation.

Méthode

Observer la configuration de chaque gisement.

Distinguer les gisements en fonction de la roche encaissante.

En s'appuyant sur ses connaissances, expliquer la formation du gisement.

S'appuyer sur ce qui précède, pour définir la notion de minerai.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 20 27/02/2025 16:54

Résumé de cours

Le sous-sol de la Côte d'Ivoire regorge de diverses ressources minières dont les principales sont : l'or, le diamant, le nickel, le cuivre, le manganèse, la bauxite, le fer, le molybdène, l'étain, le titane.

Les gisements sont disséminés sur tout le territoire ivoirien (sud, nord, centre, est et ouest). Ces matériaux géologiques sont renfermés dans des roches dites encaissantes qui sont soit des roches magmatiques (granite, kimberlite...), soit des roches métamorphiques (schiste, gneiss ...), soit des roches sédimentaires (sable, argile...).

Les gisements miniers sont regroupés en deux familles, en fonction de leur mode de formation :

- les **gisements primaires** dont la formation se fait à partir du magma. Soit les minéraux sont piégés et se concentrent au sein la roche mère où ils cristallisent pour former des **gisements magmatiques** ou **gisements de ségrégation** ; soit les minéraux contenus dans les fluides hydrothermaux (ou vapeurs chaudes minéralisantes) migrent dans les accidents des roches préexistantes (fissures, diaclases, failles...), y précipitent, se concentrent puis cristallisent pour former des **gisements filoniens** ou des **gisements de faille** ;
- les **gisements secondaires** dont la formation se fait à la suite de l'altération de la roche préexistante contenant les minéraux métallifères. Soit les minéraux libérés par la roche altérée, s'accumulent à la suite de leur entraînement par les eaux d'infiltration et se concentrent sur place pour former des **gisements résiduels** ou **gisements d'altération** ; soit ces minéraux sont transportés par l'eau de ruissellement, se déposent dans les cours d'eau où ils s'accumulent et se concentrent par gravité dans les alluvions pour former les **gîtes alluvionnaires** ou **placers**.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 21 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercices de renforcement

Exercice 1

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la mise en place des gisements miniers.

1. Les gisements magmatiques se mettent en place au sein de la roche mère.
2. Les gisements secondaires se forment à la suite de la cristallisation du magma.
3. Tous les gisements secondaires sont des gisements d'altération.
4. Les gisements primaires se forment suite à l'altération des roches préexistantes.
5. Les gisements primaires se forment par cristallisation fractionnée du magma.
6. Les gisements alluvionnaires sont de la même famille que les gisements magmatiques.
7. Les gisements secondaires et les gisements primaires ont la même origine.
8. La mise en place des gisements filoniens se fait à partir des fluides hydrothermaux.

Réponds par « Vrai » ou par « Faux » à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

Exercice 2

Le tableau ci-dessous présente des minerais rencontrés en Côte d'Ivoire et des roches encaissantes.

Minerais	Roches encaissantes
A. Or B. Fer C. Cuivre D. Manganèse E. Nickel	1. Roches métamorphiques 2. Roches sédimentaires 3. Roches magmatiques

Associe chaque minerai à la (ou aux) roche(s) encaissante(s) qui convient (ou conviennent), en utilisant les lettres et les chiffres.

Exercice 3

Le texte ci-dessous se rapporte à la mise en place des gisements miniers en Côte d'Ivoire.

Chaque substance métallifère se trouve dans une roche appelée la .....**1**..... . Ces roches sont de divers types : les .....**2**..... et les roches sédimentaires contenant, par exemple, l'or, le diamant, et les roches métamorphiques contenant le fer, par exemple. On distingue deux grandes familles de gisements.

Les .....**3**..... sont formés par concentration des minéraux du magma au cours de sa cristallisation ou par intrusion de vapeurs minéralisantes dans les accidents géologiques tels que les failles des roches préexistantes.

Les ...**4**... sont formés à partir de minéraux métallifères issus de l'altération des roches encaissantes. Lorsqu'ils sont transportés et déposés dans les cours d'eau où ils se concentrent, ils forment des ...**5**... . Lorsqu'ils s'accumulent sur place et se concentrent, ils forment des ...**6**... .

Complète le texte avec les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : *roches magmatiques ; gisements primaires ; roche encaissante ; gisements alluvionnaires ; gisements secondaires ; gisements résiduels.*

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 22 27/02/2025 16:54

Exercice 4

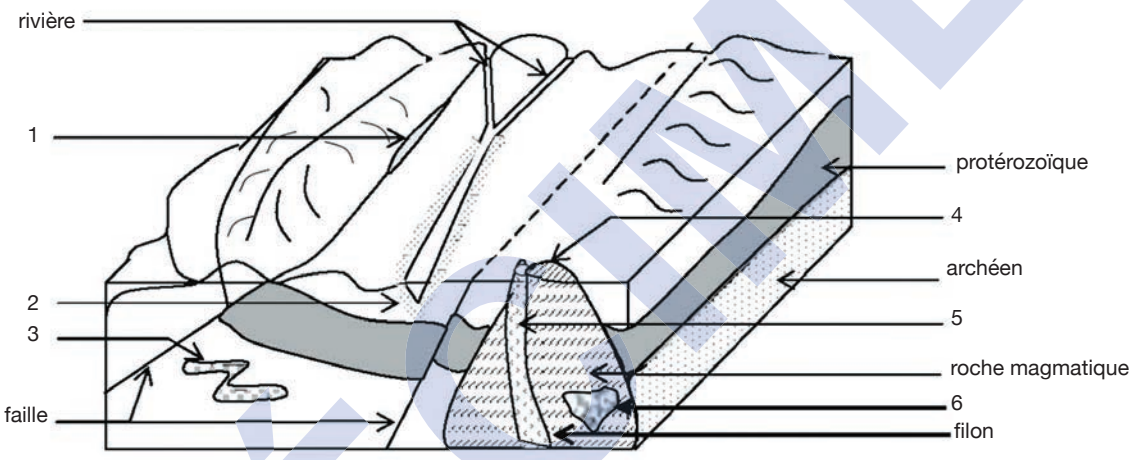
Les mots ou les groupes de mots suivants se rapportent aux différents types de gisements miniers : *A - gisement magmatique ; B - gisement filonien ; C - gisement alluvionnaire ; D - gisement résiduel ; E- gisement de faille.*

Range-les dans le tableau ci-dessous, après l'avoir reproduit, en utilisant les lettres.

Mode de formation		Types de gisement	
Altération de la roche-mère	Cristallisation fractionnée	Primaire	Secondaire

Exercice 5

Le document ci-dessous ainsi que les séries de propositions suivantes se rapportent aux différents types de gisements.



Document

1. Le gisement 1 est un :
a) gisement alluvionnaire ;
b) gisement résiduel ;
c) gisement de faille ;
d) gisement filonien.

2. Le gisement 3 est un :
a) gisement alluvionnaire ;
b) paléoplacer ;
c) gisement de faille ;
d) gisement filonien.

3. Le gisement 2 est un :
a) gisement alluvionnaire ;
b) paléoplacer ;
c) gisement de faille ;
d) gisement filonien.

4. Le gisement 4 est un :
a) gisement alluvionnaire ;
b) gisement résiduel ;
c) un gisement de faille ;
d) gisement filonien.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 23 27/02/2025 16:54

Exercices

5. Le gisement 5 est un :

a) gisement alluvionnaire ;
b) paléoplacer ;
c) gisement filonien ;
d) gisement magmatique.

6. Le gisement 6 est un :

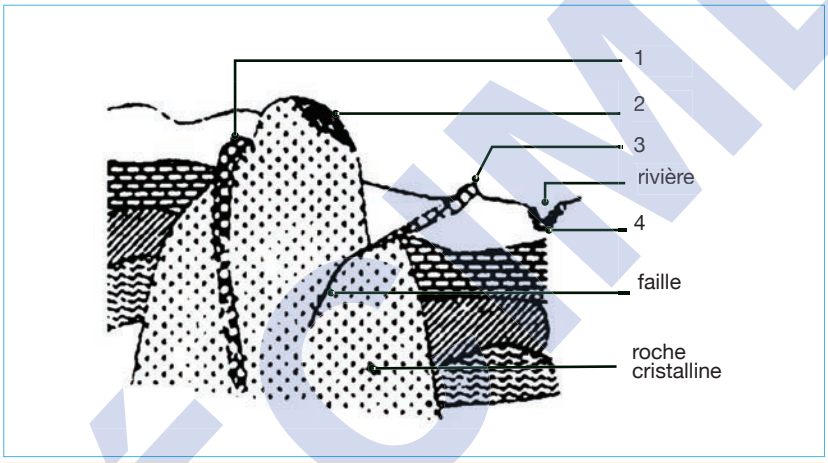
a) gisement alluvionnaire ;
b) paléoplacer ;
c) gisement de faille ;
d) gisement magmatique.

Relève dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

Exercices d'approfondissement

Exercice 1

Ton jeune frère en classe de Première D, revenu des congés Noël, après un séjour passé avec son camarade de classe dans un village de l'ouest, est heureux d'avoir vu pour la première fois de l'or. Il te raconte que l'or est présent en quantité suffisante dans la rivière du village. Il veut alors comprendre la présence de cet or dans la rivière. Pour l'aider, tu t'appuies sur la coupe schématique ci-dessous, d'une zone présentant des gisements aurifères.



Document

1. Nomme les différents gisements, en utilisant les chiffres.
2. Identifie les types de gisement.
3. Explique le processus de formation du gisement 4.
4. Déduis les origines possibles de l'or de la rivière du village, en t'appuyant sur le document.

Exercice 2

Au cours de ses recherches, dans le cadre de la préparation du baccalauréat, ton camarade de classe découvre dans un manuel de géologie, cette information illustrée en rapport avec un gisement minier découvert en République Démocratique du Congo :

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 24 27/02/2025 16:54

"La république démocratique du Congo possède de nombreux gisements miniers dont le coltan, minerai utilisé dans la fabrication de téléphones portables. Le document ci-dessous représente un gisement de coltan à faible profondeur"

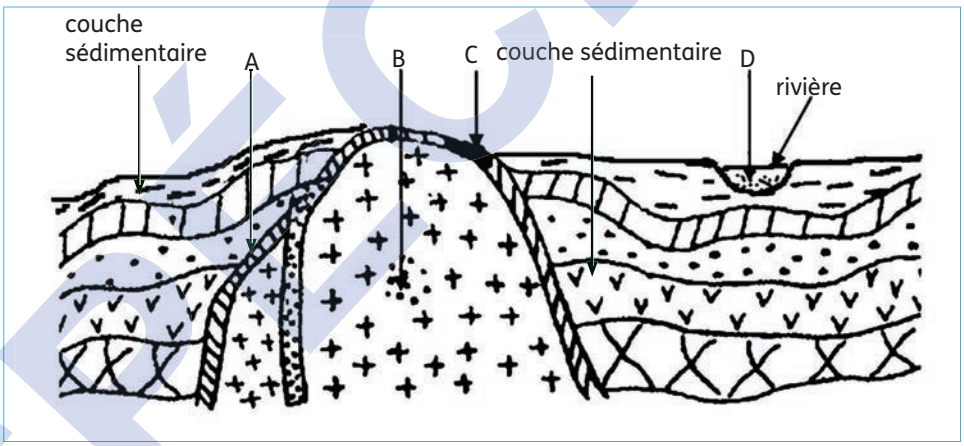
Document

Éprouvant des difficultés à expliquer la mise en place de ce gisement, il te sollicite.

1. Nomme la roche encaissante qui renferme cette substance métallifère.
2. Identifie le type de gisement minier que représente le gisement de coltan.
3. Explique le mécanisme de la mise en place de ce gisement.
4. Déduis la notion de minerai.

Exercice 3

Ton jeune frère en classe de Première D suit une émission télévisée sur les orpailleurs clandestins en Côte d'Ivoire. Il apprend que l'or peut se retrouver à une faible profondeur dans le sol. N'ayant pas compris les explications du journaliste sur l'origine de cet or en surface, il te sollicite. Pour l'aider, tu t'appuies sur le document ci-dessous présentant une coupe schématique d'un terrain renfermant des gisements aurifères.



Document

1. Nomme les gisements A, B, C et D.
2. Explique le processus de la mise en place des gisements B et D.
3. Déduis l'origine des gisements aurifères de la rivière.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 25 27/02/2025 16:54

Les minerais

Certains minerais existent à l'état dispersé dans les roches endogènes ou sous forme de filons : uranium, argent, plomb, zinc. D'autres résultent d'une concentration par l'intermédiaire des processus d'altération de la roche mère : aluminium des bauxites, amiante de gabbros, kaolinite de pegmatites. D'autres encore proviennent d'un dépôt après transport par les eaux de ruissellement : ce sont les minerais alluvionnaires ou placers d'or. Certains se forment dans les bassins sédimentaires : minerais de fer, de phosphate.

• La bauxite, minerai d'aluminium

La bauxite, riche en aluminium et en oxyde de fer, fait partie de la famille des roches sédimentaires. Elle se présente avec des couleurs diverses (blanche, rouges ou grise) qui dépendent de sa teneur en oxyde de fer et en alumine (Al_2O_3). Cette roche constitue le principal minerai permettant la production d'aluminium et de gallium.

Bauxite

• Le minerai de fer

Le minerai de fer est une roche contenant du fer, généralement sous la forme de sulfure, de carbonates ou d'oxydes. La teneur en fer des minerais est variable (25% à 70%) de sorte que la teneur du minerai est un critère souvent plus important d'un point de vue économique.

Minerai de fer

• Le minerai de cuivre

Dans la nature, le cuivre se forme habituellement dans les laves basaltiques, soit sous forme de pépites métalliques « rouge cuivré » brillantes, soit dans des structures ramifiées. Le minerai de cuivre contient du cuivre à des concentrations variables. Le minerai de cuivre se trouve généralement dans la croûte terrestre sous plusieurs formes : la malachite qui est un silicate de cuivre, les carbonates de cuivre, la cuprite.

Minerai de cuivre

• Le minerai de manganèse

Le manganèse est un métal gris argenté dur et cassant que l'on trouve couramment dans la croûte terrestre. Dans la nature, le manganèse se trouve généralement sous la forme d'oxydes de manganèse, qui sont abondants dans le sol, les roches. La polianite, la manganite et la rhodonite sont les principaux minerais de manganèse.

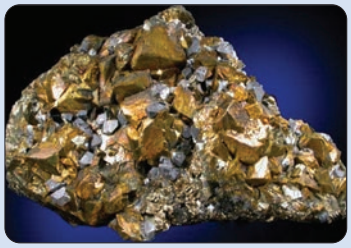
Minerai de manganèse

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 26 27/02/2025 16:54

• Le minerai d'or

La teneur moyenne de l'écorce terrestre en or est de 0,005 g/t. L'eau de mer contient de 1 à 10 mg d'or/m^3. Le minerai d'or a une teneur moyenne d'or comprise entre 0,5 à 20 g/t. Le minerai d'or est un agrégat minéral avec une quantité suffisante d'or et peut être utilisé industriellement. Dans les minerais, l'or est très souvent présent sous forme métallique (état natif), fréquemment allié à l'argent, souvent au cuivre, parfois au bismuth et à l'uranium.



Minerai d'or

• Le minerai de diamant

La majorité des diamants naturels se sont formés dans des conditions de très hautes températures et pressions à des profondeurs de 140 à 190 kilomètres dans le manteau terrestre. Les diamants sont remontés à la surface par le magma d'éruptions volcaniques profondes qui refroidit pour former une roche volcanique contenant les diamants, les kimberlites et les lamproïtes.

Kimberlite diamantifère

• Le minerai de nickel

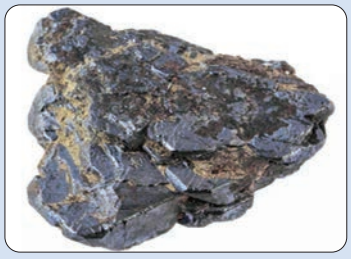
Le minerai de nickel fait référence aux roches ou minéraux naturels qui contiennent des quantités importantes de nickel. C'est un métal blanc argenté avec un point de fusion relativement élevé et une excellente résistance à la corrosion. Le nickel se trouve couramment dans la croûte terrestre. Il est le 5e élément le plus abondant de la terre (2,4%). Le nickel peut être associé au cobalt et au chrome.

Minerai de nickel

• Le minerai de titane

Le titane se présente principalement sous la forme de minéraux appelés minerais de titane. Le titane se trouve :

- couramment dans les roches ignées (anorthosite, gabbro, péridotite) ;
- souvent dans le sable des plages, en particulier dans les zones côtières à haute énergie ;
- dans les roches métamorphiques (schiste et gneiss) ;
- souvent dans les sols résiduels et les sédiments.



Minerai de titane

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 27 27/02/2025 16:54

Approfondissement des connaissances

• Le minerai d'étain

L'étain, métal gris argenté, est un élément rare. L'étain natif est parfois présent dans les sables aurifères et platinifères en petits grains roulés. Il est présent à l'état de granules incorporés dans les calcites. L'étain est également présent dans les kimberlites, ainsi que dans les dorsales océaniques où il est associé à la cassitérite, à l'or natif et au cuivre natif...

Minerai d'étain

• Le minerai de molybdène

La molybdénite, connue sous le nom de molybdène, est un métal rare blanc métallique (ou argenté) qui peut être confondu avec des minerais de graphite et de galène. Il est présent dans des roches volcaniques, des calcaires. Les minerais naturels de molybdène sont la wulfénite et la powelite mais les sources principales sont les porphyres à molybdène où il est sous forme de molybdénite. Son module d'élasticité particulièrement important avec des propriétés excellentes et uniques telles qu'une forte conductivité électrique et thermique.

Minerai de molybdène

Wikipedia

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 28 27/02/2025 16:54

Leçon 2

L'exploitation des gisements miniers en Côte d'Ivoire

Situation d'apprentissage

En visite chez ton cousin qui vit dans une localité du Nord de la Côte d'Ivoire, pendant les congés de Noël, tu remarques une nuisance sonore causée par les bruits de machines. Après renseignement, ton cousin t'informe de l'existence d'une mine d'exploitation de titane. Il ajoute que c'est grâce à cette exploitation minière qu'ils habitent une maison décente. De retour des congés, tu en parles à tes camarades de classe et ensemble, vous décidez d'identifier les différentes méthodes de prospection et d'exploitation, de les décrire puis de déduire l'impact de l'exploitation minière sur l'environnement et la qualité de vie.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 29 27/02/2025 16:54

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Identifier	- quelques méthodes de prospection minière ; - les différentes méthodes d'exploitation minière.
Décrire	- quelques méthodes de prospection minière ; - les différentes méthodes d'exploitation minière.
Dégager	l'impact de l'exploitation minière sur l'environnement et la qualité de la vie.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1

Identifier quelques méthodes de prospection minière et les différentes méthodes d'exploitation minière

Le texte ci-dessous est relatif à quelques méthodes de prospection.

Texte

La prospection minière c'est-à-dire la recherche de zones ayant un potentiel de ressources minérales, s'appuie sur des méthodes. Les activités de prospection dans une zone déterminée comprennent plusieurs opérations. La prospection minière peut se faire par des méthodes directes consistant en une étude de la zone repérée au moyen de recherches géologiques, géochimiques, alluvionnaires etc.

Les méthodes géophysiques sont un ensemble de techniques d'analyse, et elles sont les meilleures pour définir les propriétés physiques de tous les types de roches et de minéraux. La mise en œuvre de ces méthodes correspond à l'utilisation d'outils indirects et vise à modéliser des structures géologiques ou des altérations. Les méthodes géophysiques comprennent : la méthode magnétique, la méthode électrique (résistivité et polarité induite), la sismique réflexion (propagation des ondes sismiques), la méthode radiométrique.

Une fois la zone minière identifiée, la phase d'exploitation peut être entamée. Ainsi, en fonction de la localisation du gisement minier, l'on procède à l'exploitation minière qui peut être une exploitation à ciel ouvert ou une exploitation souterraine.

Les auteurs

- Lis le texte.
- Définis la prospection minière.
- Relève les méthodes de prospection et d'exploitation minière.
- Tire une conclusion.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 30 27/02/2025 16:54

Synthèse

La prospection est l'exploration méthodique et rationnelle d'un lieu dans l'objectif de rechercher des minéraux, des minerais, ou des substances utiles, en utilisant des méthodes de surface.
Les méthodes de prospection minière sont regroupées en deux grands types que sont les méthodes directes et les méthodes indirectes.
Les méthodes directes de prospection minière sont la **prospection géologique**, la **prospection géochimique**, **prospection alluvionnaire**.
Les méthodes indirectes de prospection minière sont la **méthode électrique**, la **sismique réflexion**, la **méthode radiométrique** et la **méthode magnétique**.
L'exploitation minière se fait soit à ciel ouvert, soit de façon souterraine. Ainsi, distingue-t-on deux méthodes d'exploitation minière : **l'exploitation à ciel ouvert** et **l'exploitation souterraine**.
L'exploitation des gisements miniers débute toujours par la prospection minière.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente des méthodes et des types de prospection.

Méthodes de prospection	Types de prospection
1. Méthode géochimique 2. Méthode alluvionnaire 3. Sismique réflexion 4. Méthode géologique 5. Méthode magnétique	a) Prospection indirecte b) Prospection directe

Associe chaque méthode de prospection au type de prospection qui convient, en utilisant les chiffres et les lettres.

Activité 2 Décrire quelques méthodes de prospection minière et les différentes méthodes d'exploitation minière

2-1 Méthodes de prospection minière

Lis attentivement le texte ci-dessous en rapport avec quelques méthodes de prospection minière.

Texte

La méthode géologique repose principalement sur la recherche sur le terrain, par un géologue prospecteur, de signes pouvant indiquer la présence d'une zone minéralisée. Il s'agit dans ce cas, à partir d'itinéraires préparés, d'étudier les affleurements afin d'y déceler d'éventuels marqueurs de minéralisations. Un prélèvement d'échantillons est fait à l'aide de

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 31 27/02/2025 16:54

« marteaux géologiques ». Ces échantillons sont ensuite analysés et leurs propriétés sont identifiées, en vue de déterminer le type de roche encaissante.
Une autre méthode est la prospection alluvionnaire, qui consiste en la recherche de minéraux indicateurs ou d'or dans les sédiments de cours d'eau. Le prospecteur utilise dans ce cas une batée d'orpaillage pour recueillir les minéraux lourds en vue de procéder à une étude minéralogique plus poussée en laboratoire.
La méthode géochimique indique la présence de minéralisations. La substance recherchée étant rarement seule dans les zones minéralisées, le spectre d'éléments analysés est généralement large et comprend les potentiels accompagnateurs de la substance d'intérêt.
La prospection géophysique se base sur les propriétés physiques caractéristiques des minéraux dans le but de les repérer. Les principales propriétés sont la susceptibilité magnétique, la densité, la conductivité électrique, la polarisabilité et la radioactivité. Les méthodes géophysiques sont la méthode électrique (multimètre), la méthode radiométrique (scintillomètre, spectromètre), la méthode magnétique (magnétomètre), la sismique réflexion (camion vibreur).

Les auteurs

- Décris chacune des méthodes de prospection.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Les méthodes directes de prospection minière

La prospection géologique

Cette méthode consiste à examiner d'éventuels minéralisateurs observables sur les affleurements, au cours des levés géologiques ensuite à prélever des échantillons (à l'aide de « marteaux »), à les analyser et à identifier leurs propriétés, et enfin à déterminer le type de roche encaissante.

Marteau

Prospection géologique

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 32 27/02/2025 16:54

La prospection alluvionnaire

Cette méthode consiste à rechercher les minéraux dans les cours d'eau (marigot), par la technique de la « batée ». À l'aide d'un récipient (un pan, une calebasse), le prospecteur lave les limons, les sables et les graviers. La loi hydrodynamique permet une séparation densimétrique des minerais et des minéraux.

Prospection alluvionnaire

La prospection géochimique

La géochimie est l'étude de l'abondance, de la distribution et de la migration des éléments chimiques dans les roches, le sol, les sédiments et l'eau. La prospection géochimique est une méthode directe, utilisée pour mettre à jour un corps minéralisé. La nature des matériaux disponibles et le lieu d'échantillonnage déterminent en partie les différentes méthodes de prospection géochimique (géochimie des roches, des sols, des sédiments de ruisseaux, des minéraux lourds).

La prospection géochimique sur sédiments de ruisseaux consiste à prélever des échantillons dans des lits de ruisseaux. Pour les sols, un échantillon est prélevé entre 10 et 30 cm de profondeur, soit manuellement soit à l'aide d'une mototarière, souvent à intervalles réguliers ou le long de layons régulièrement espacés. L'échantillon est séché, tamisé puis envoyé dans un laboratoire pour analyse. L'analyse des échantillons se fait par des techniques d'attaque et de dosage appropriées à chaque minerai à l'aide de produits chimiques. L'or est attaqué par l'eau chlorée et le dosage se fait par la rhodamine. Le cuivre est attaqué au bisulfate de potasse et dosé par colorimétrie à la cuproïne. Le molybdène est attaqué à la soude (potasse) caustique et le dosage est fait par colorimétrie au dithiol. Cette analyse des échantillons permet d'identifier des points d'enrichissement anormaux par rapport au fond géochimique naturel (variable d'une région à l'autre en fonction de la nature des formations géologiques présentes).

Les méthodes indirectes de prospection minière ou prospection géophysique

La prospection géophysique consiste à utiliser des instruments qui permettent de mesurer certaines propriétés physiques du sol et de la roche. Les levés géophysiques sont particulièrement utiles dans les secteurs contenant peu d'affleurements rocheux ; ils permettent de détecter des zones minéralisées sous la surface du sol.

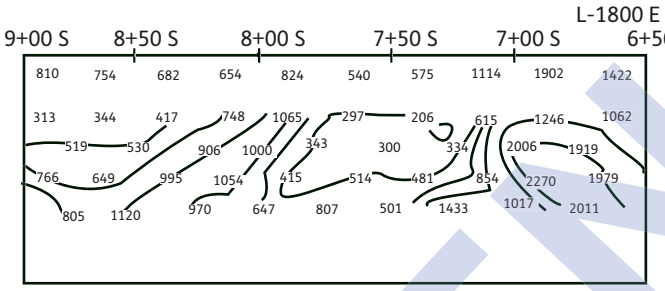
La méthode électrique consiste à mesurer la conductivité et la résistivité des corps puis à tracer des contours isovaleurs pour la même résistivité. Les méthodes électriques permettent d'étudier le comportement d'un milieu soumis à un champ électrique produit par une différence de potentiel (voltage). Le champ électrique émis à travers certains matériaux (sulfures de Fe, Cu, Zn, Pb, graphite) subit des distorsions qui sont mesurées à partir de l'analyse de la distribution du potentiel et de ses variations dans le temps.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 33 27/02/2025 16:54

Ces zones de distorsion peuvent conduire à la découverte de zones minéralisées. L'appareil de résistivité utilisé par les prospecteurs des métaux est le **multimètre**. Cet appareil permet de vérifier la continuité électrique et la présence d'anomalies de conductivité sur des zones minéralisées métalliques, à l'échelle d'un échantillon ou d'un affleurement.

Multimètre



Contours isovaleurs de résistivité

La méthode radiométrique

La décomposition radioactive de certains éléments produit des rayonnements gamma détectés par des appareils géophysiques. Les principaux éléments radioactifs (isotopes) sont l'uranium (U^{236} et U^{235}), le thorium (Th^{232}) et le potassium (K^{40}). Les premiers appareils de détection de radioactivité ont été les compteurs **Geiger-Muller**. Maintenant, ils sont rarement utilisés ; ils sont remplacés par les scintillomètres et les spectromètres.

Le scintillomètre est un détecteur de rayons gamma qui est généralement maniable à la main. Un cristal d'iodure de sodium produit des scintillations chaque fois qu'un rayon gamma le frappe. Ces scintillations sont amplifiées et comptées ; le nombre de scintillations par seconde est affiché sur un compteur.

Le spectromètre est un scintillomètre qui permet non seulement de détecter les radiations gamma, mais aussi de différencier les sources des rayons gamma selon leur énergie.

Spectromètre

SPECIMEN

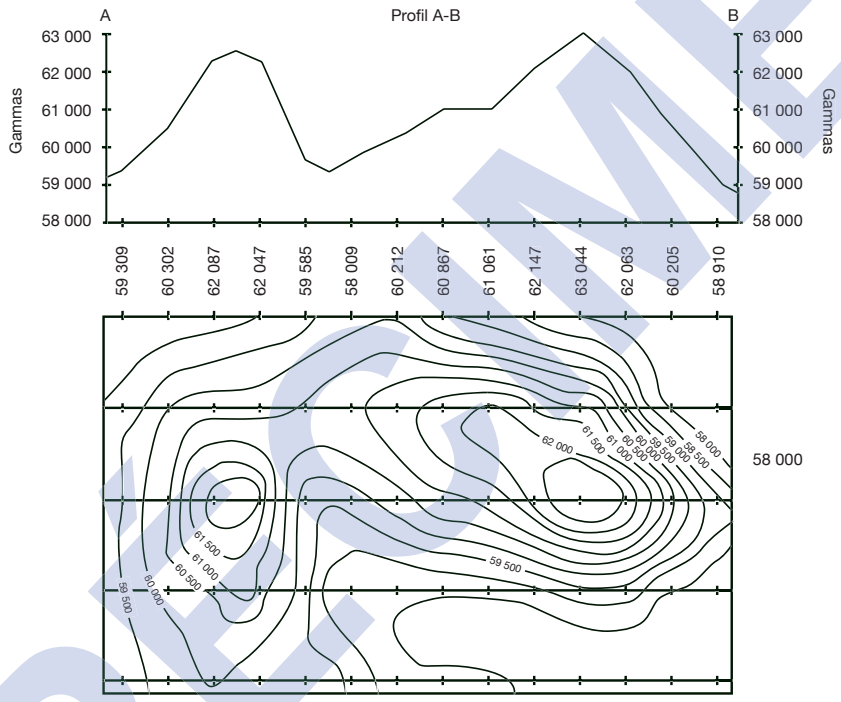
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 34 27/02/2025 16:54

La méthode magnétique analyse les anomalies du champ magnétique dues à la présence de concentrations ferromagnétiques et permet d'établir des cartes des intensités magnétiques.

Les lignes de champ magnétique terrestre sont déformées en amplitude et en direction aux endroits où les formations géologiques possèdent une susceptibilité magnétique.

À ces endroits, les variations dans le champ magnétique créent une anomalie magnétique détectable et mesurable par un magnétomètre. Cet appareil mesure l'intensité absolue ou relative du champ magnétique.

Magnétomètre à proton



Carte d'isocontours
(Intervalles des contours : 500 gammas)

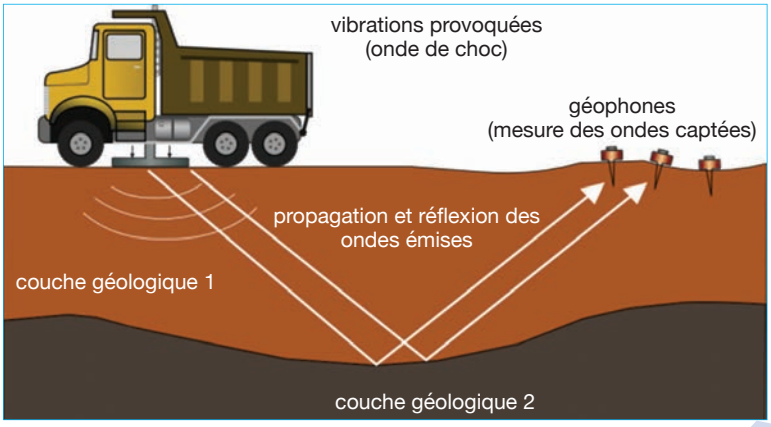
Représentation d'une anomalie magnétique en profil et en contours

La sismique réflexion :

Cette méthode s'appuie sur le principe de l'écho, c'est-à-dire sur la propagation d'ondes engendrées artificiellement par des explosions ou des échos provoqués par des camions vibreurs. L'enregistrement de ces ondes, à l'aide de géophones, permet d'établir la structure du sous-sol donc la géométrie du gisement c'est-à-dire de connaître à quelle profondeur se situe le gisement.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 35 27/02/2025 16:54



Sismique réflexion

Grâce aux méthodes de prospection minière, il est possible d'appréhender les gisements dans les trois dimensions de l'espace et d'en connaître le volume et les teneurs avant de poursuivre avec des études technico-économiques plus poussées. La prospection minière passe par les cinq stades suivants : la reconnaissance régionale, les tests des indices, l'étude des indices, la détermination de l'enveloppe minéralisée et la détermination des corps minéralisés.

Exercice de fixation

Les séries de propositions ci-dessous sont relatives à la prospection minière.

1. La prospection géochimique :
- a utilise des produits chimiques dans sa mise en œuvre ;
- b permet de tracer des courbes d'iso-valeurs ;
- c utilise un compteur Geiger ;
- d se réalise en trois étapes.

2. La prospection géologique :
- a permet de connaître la profondeur du gisement ;
- b utilise un multimètre ;
- c permet de connaître le type de roche encaissante ;
- d consiste à recueillir des indications d'ordre minéralogique

3. La méthode radiométrique :
- a utilise un scintillomètre ;
- b permet de détecter des métaux qui émettent des rayons gamma ;
- c est une prospection géophysique ;
- d permet d'obtenir des contours iso-valeurs.

4. La sismique réflexion utilise le principe de l'écho pour déterminer :
- a la profondeur du gisement ;
- b la structure du sous-sol ;
- c la structure du sol ;
- d la géométrie du gisement.

Relève dans chaque série, les propositions exactes, en utilisant les chiffres et les lettres.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 36 27/02/2025 16:54

2-2 Méthodes d'exploitation minière

Le texte ci-dessous se rapporte à l'exploitation minière et à ses conséquences.

Texte

La phase d'exploitation d'une mine correspond à la période durant laquelle on extrait le minerai pour valoriser le métal (ou les métaux) commercialisable(s) qu'il contient. Elle peut se poursuivre sans interruption sur une longue période pouvant aller de plusieurs années à quelques décennies. Pour l'extraction d'un minerai, les deux principales techniques utilisées sont la mine souterraine et la mine à ciel ouvert.

Le choix du type de mine dépend de différents facteurs, tels que la profondeur du gisement, sa géométrie, son contexte géologique et géomorphologique, son empreinte au sol et les coûts d'extraction.

L'expansion de l'exploitation minière en Côte d'Ivoire pourrait servir l'intérêt général alors qu'elle menace l'environnement du pays fortement tributaire de l'agriculture et de l'élevage de subsistance. L'accélération du développement du secteur minier prévue par l'État se fait au prix de la dégradation de l'environnement.

L'exploitation minière a un impact positif sur les populations locales par les entrées de devises au pays, la création d'emplois, d'écoles, de routes et de centres de santé, etc. mais a aussi un impact négatif sur l'environnement par la déforestation, les pollutions, etc.

Les auteurs

- Lis le texte.
- Décris chacune des méthodes d'exploitation minière.
- Dégage l'impact de l'exploitation minière sur l'environnement et la qualité de la vie.

Synthèse

L'exploitation minière consiste à extraire des minerais, c'est-à-dire des roches de la croûte terrestre contenant des minéraux ou des métaux utiles en proportion suffisamment intéressante pour justifier leur exploitation.

L'exploitation à ciel ouvert est la méthode privilégiée pour extraire le minerai de gisements situés près de la surface (typiquement entre 0 et 100 m de profondeur). Deux types d'exploitation sont à distinguer classiquement, selon la disposition des zones minéralisées :

• l'exploitation en découverte qui concerne les gisements stratiformes, peu profonds et s'étendant sur une grande surface horizontale (charbons, phosphates, manganèse...) ;

• l'exploitation en fosse lorsque le gisement s'enfonce dans le sous-sol et présente une extension latérale réduite. Il s'agit des gisements métallifères (fer, aluminium, nickel...).

L'exploitation à ciel ouvert consiste à mettre à nu la zone minéralisée ou encore à enlever les terrains stériles recouvrant la zone appelée "mort terrain" , qui recouvrent généralement des gisements. Ce procédé est la **découverture**. Le taux de découverture est le rapport entre le volume de terre à enlever et le volume de minerai.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 37 27/02/2025 16:54

$$T = \frac{V_T}{V_M} \text{ avec } \begin{cases} V_T = \text{volume de terre à enlever} \\ V_M = \text{volume de minerai} \end{cases}$$

Le taux de découverture est un paramètre important qui influence le prix de revient du minerai extrait ou du métal extrait. Il permet donc de savoir si le gisement est économiquement rentable.

Exploitation à ciel ouvert

L'exploitation souterraine consiste à extraire le minerai d'un gisement à partir de puits et de galeries sans qu'il soit nécessaire d'enlever l'intégralité des matériaux stériles qui le surmontent. Dans les mines souterraines, on pratique une extraction plus sélective comparativement à celle opérée dans les mines à ciel ouvert, le rapport entre le volume de terre enlevée et le volume de minerai extrait y est d'ailleurs beaucoup moins élevé.
Les terres stériles sont souvent utilisées en tant que matériau de remblayage pour servir au renforcement des parois et plafonds des excavations souterraines. Les stériles qui ne servent ni à la construction ni au remblayage sont remontés à la surface pour y être entreposés.
Pour une exploitation souterraine, une quantité minimale de morts terrains est donc enlevée pour accéder au gisement. Les galeries, les puits permettent d'accéder au minerai et de mettre en place toutes les infrastructures nécessaires pour assurer l'aération, l'évacuation des eaux d'infiltration, l'accès du personnel et l'évacuation du minerai.

Exploitation souterraine

Une mine en exploitation est pourvoyeuse d'emplois directs et indirects. Les métiers de la mine en exploitation font appel à des compétences diverses et variées à différents niveaux. Un site minier est donc un site où s'expriment de très nombreuses compétences et expertises techniques et pratiques particulières mais également celles de la vie courante : mécanique, cuisine, secrétariat, ménage, etc. ;
Une mine est aussi génératrice de bénéfices pour la compagnie minière et a des retombées économiques locales dues à la présence du personnel de l'exploitation qui « vit » et utilise les services des communes concernées. L'activité minière peut ainsi tripler le nombre d'emplois indirects locaux. L'exploitation minière s'accompagne de la construction d'infrastructures sociales (écoles, centres de santé...), d'infrastructures de

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 38 27/02/2025 16:54

transport (routes, ponts...) et de production d'énergie, ainsi que l'afflux de population dans une zone qui était peu peuplée auparavant.
Bien qu'elle ait des aspects positifs, l'exploitation minière présente des aspects négatifs sur l'environnement et sur la qualité de la vie. Les opérations d'exploitation minière entraînent la destruction des sols, la destruction de la faune et de la flore, la déforestation qui conduit à la désertification. Le recours aux produits chimiques comme le mercure par l'exploitation minière, tant artisanale qu'industrielle, pollue l'eau, l'air et les sols. Des effondrements peuvent causer des pertes en vie humaine. Les émissions de gaz toxiques peuvent être à l'origine de problèmes de santé. L'émission de gaz à effet de serre conduit à la destruction de la couche d'ozone à l'origine du réchauffement climatique. La raréfaction des terres arables perturbe davantage les écosystèmes. Les exploitations souterraines et à ciel ouvert peuvent être source de nuisances locales de types bruit et vibrations qui peuvent gêner la faune locale et les riverains. La contamination des nappes souterraines à proximité de la mine peut être préjudiciable aux populations qui ont désormais difficilement accès à l'eau potable.

Exercice de fixation

Le texte lacunaire ci-dessous est relatif à l'exploitation des gisements miniers.

L'exploitation à ...**1**... consiste à mettre à nu la zone minéralisée en enlevant la couche de terrain qui la recouvre appelée ...**2**... . Ce procédé de mise à nu est appelé la ...**3**... Le taux de découverture est un paramètre important qui influence le ... **4**... du minerai ou du métal extrait. Il permet donc de savoir si le gisement est ...**5**... .
Par contre, l'exploitation ...**6**... concerne l'extraction des minerais situés en profondeur (or, diamant). Cette méthode consiste à accéder à la ...**7**... au moyen de voies d'accès appelées ...**8**..., creusées à partir de la surface.

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : *prix de revient ; économiquement rentable ; découverture ; galeries ; mort terrain ; ciel ouvert ; zone minéralisée ; souterraine.*

SPECIMEN

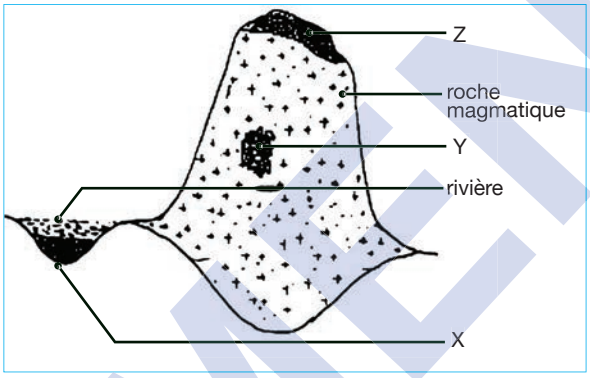
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 39 27/02/2025 16:54

APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

Tu décides de passer les congés de Pâques chez ton oncle planteur dans une localité de l'Ouest de la Côte d'Ivoire. Il est heureux de t'informer que des traces d'or ont été découvertes dans son champ situé entre une montagne et la rivière du village. Il veut en savoir plus et te sollicite. Tu t'appuies sur le document ci-dessous représentant la coupe géologique d'une zone qui renferme trois gisements miniers aurifères nommés X, Y et Z, pour l'informer.

1. Nomme les gisements miniers X, Y et Z.
2. Identifie la méthode de prospection adaptée au gisement X
3. Décris-la.
4. Propose à ton oncle une méthode d'exploitation de ce gisement.



Document

Corrigé

1. Nom des gisements miniers
X : gisement alluvionnaire ; Y : gisement magmatique ; Z : gisement d'altération.

2. Identification de la méthode de prospection adaptée au gisement X
La méthode de prospection adaptée est la prospection alluvionnaire.

3. Description de la méthode de prospection
La prospection utilisée est la prospection alluvionnaire. Elle consiste à rechercher les minéraux dans les sédiments des cours d'eau par la technique de la « batée ». Il s'agit de laver les limons, les sables et les graviers à l'aide d'un récipient pour séparer les minéraux en fonction de leur densité.

4. Proposition d'une méthode qui convient au gisement
Gisement Z : exploitation à ciel ouvert

Méthode

- Observer attentivement le document
- Identifier les gisements.

S'appuyer sur les connaissances pour faire correspondre au gisement X le type de prospection qui convient.

S'appuyer sur les connaissances.

S'appuyer sur les connaissances pour proposer la méthode qui convient.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 40 27/02/2025 16:54

Exercice 2

Durant les grandes vacances scolaires, tu te rends dans ta région natale. Ton oncle te rapporte les propos que le chef du village a tenus lors d'une réunion, en ces termes : « Une entreprise minière a décidé d'exploiter les gisements d'or découverts non loin du village sur deux sites. L'un des sites (site A) est localisé au niveau de la rivière du village et l'autre site (site B) se trouve dans un vieux massif de roche magmatique, en partie altérée jusqu'à 70 m de profondeur et encore intact sur plusieurs dizaines de mètres. Le chef a ajouté que la société lui a laissé le tableau présenté ci-dessous et représentant les résultats de la première prospection effectuée. »

Profondeur (en m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Teneur en or en (g/t de terre)	5,8	5,9	5,8	5,8	5,8	5,8	4,5	4	2,50	2,1	2,08	0,1	0,1	0,1	0	0

Document

Ton oncle qui veut en savoir plus sur la rentabilité et les avantages de l'exploitation de ces gisements, te sollicite. Tu t'appuies sur le document pour l'aider.

1. Identifie le gisement découvert sur chaque site.
2. Analyse le tableau qui donne les résultats de la prospection du site B.
3. Déduis si le gisement B est rentable, sachant que la production d'or est rentable à partir de 3,63 g d'or par tonne de roche.
4. Dégage cinq avantages de l'exploitation de ces gisements aurifères.

Corrigé

1. Identification de chaque site
Site A : gisement alluvionnaire.
Site B : gisement résiduel.

2. Analyse du tableau
Le tableau présente la teneur en or, en g/t de terre, en fonction de la profondeur en mètre.
On note que plus la profondeur augmente de 0 à 130 m, plus la teneur en or diminue passant de 5,8 g/t à 0,1 g/t.
À partir de 140 m de profondeur la teneur en or s'annule.

3. Déduction de la rentabilité du gisement B
Le gisement B est rentable jusqu'à 70 m de profondeur.

Méthode

S'appuyer sur la localisation des gisements pour les identifier.

Relever l'évolution de la teneur en or du sol, en fonction de la profondeur.

S'appuyer sur la teneur en or pour déterminer la rentabilité.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 41 27/02/2025 16:54

4. Avantages de l'exploitation

L'exploitation minière va entraîner :

- la création d'emplois directs et indirects ;
- de la richesse dans le village avec l'entrée importante de devises ;
- le développement du village par la création d'infrastructures sociales (école, les centres de santé, les châteaux d'eau...), d'infrastructures de transport (routes) ;
- le brassage avec des populations étrangères ;
- la construction de nouveaux habitats plus décents.

S'appuyer sur les connaissances.

Résumé de cours

La mise en œuvre d'un ensemble de techniques et d'analyses permettant d'identifier au sein d'une vaste surface, les zones potentiellement plus intéressantes en termes de ressources exploitables qualifiées de cibles sont la **prospection**. Elle peut être directe. Dans ce cas, les travaux de reconnaissance au sol peuvent se faire à l'aide du marteau et de la boussole ou encore par prélèvement de différents types d'échantillons en vue de leur caractérisation en laboratoire. Il s'agit des méthodes **géologique**, **alluvionnaire** et **géochimique**.

La prospection minière peut nécessiter la mise en œuvre de méthodes indirectes (les méthodes **magnétique**, **électrique**, **radiométrique** et la **sismique réflexion**) qui utilisent des appareils (magnétomètres, spectromètres, scintillomètres, compteurs Geiger, multimètres...) ou des camions vibreurs.

Deux types d'exploitation minière sont utilisés en fonction de la configuration du gisement : **l'exploitation à ciel ouvert** pour les gisements de surface ou peu profonds et **l'exploitation souterraine** pour les gisements profonds (au-delà de 100 mètres).

Bien qu'elle améliore la qualité de la vie par les apports de richesses, l'exploitation minière dégrade l'environnement et a un impact négatif sur la qualité de la vie.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 42 27/02/2025 16:54

Exercices de renforcement

Exercice 1

Le texte lacunaire ci-dessous est relatif aux impacts de l'exploitation minière.

Les projets miniers ont des impacts ...**1**... sur les valeurs sociales. Le développement de l'exploitation minière crée des ...**2**... (gain financier pour les propriétaires terriens, commerces), crée des ...**3**..., des routes, des écoles, des infrastructures sanitaires et financières, ...**4**... la demande de biens et services dans les régions éloignées et pauvres et entraîne une ...**5**... à cause de l'afflux de diverses populations.

Les projets miniers ont également des impacts ...**6**... sur les valeurs sociales et sur l'environnement. Ils peuvent créer de nombreux problèmes plus ou moins graves tels que le ...**7**... et la réinstallation, la ...**8**.... et la diminution des moyens d'existence.

L'....**9**... sur les sites d'exploitation minière est à l'origine de la déforestation, de la dégradation des sols et de la ....**10**... . Les produits chimiques utilisés pour le traitement des minerais sont très toxiques. Ils ...**11**... l'eau, le sol et l'air. Les gaz émis agissent sur la couche d'ozone et induisent l'...**12**... à l'origine du réchauffement climatique.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : *diversité culturelle ; positifs ; abattage des arbres ; richesses ; effet de serre ; augmente ; négatifs ; migration ; déplacement humain ; polluent ; désertification ; emplois.*

Exercice 2

Les affirmations ci-dessous sont relatives à l'exploitation minière.

1. L'exploitation minière a un impact uniquement négatif sur la qualité de la vie.
2. Le drainage d'acides et des contaminants de lixiviation issus de l'exploitation minière est un danger pour toute autre vie aquatique.
3. La création de routes, d'écoles, d'emplois, des infrastructures financières sont des impacts positifs des projets miniers.
4. La prospection alluvionnaire est convenable à tous les types de gisements.
5. La prospection géochimique est une méthode indirecte de prospection.
6. La prospection alluvionnaire utilise la technique de la batée.
7. La prospection radiométrique permet de déterminer la conductivité et la résistivité des minerais.
8. La prospection géologique permet de délimiter la province métallogénique grâce à des contours isovaleurs.
9. La sismique réflexion permet de connaître uniquement la profondeur à laquelle un gisement minier se situe.

Réponds par « Vrai » ou par « Faux » à chaque affirmation ci-dessus, en utilisant les chiffres.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 43 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercice 3

Les séries de propositions ci-dessous sont relatives aux méthodes d'exploitation des gisements miniers.

1. La méthode d'exploitation à ciel ouvert :

a) nécessite la découverture ;
b) concerne les gisements situés à moins de 100 mètres de profondeur ;
c) nécessite des galeries ;
d) concerne à la fois des gisements de profondeur et de surface.

2. La méthode d'exploitation souterraine :

a) concerne les gisements situés en profondeur ;
b) concerne les gisements situés à moins de 100 mètres de profondeur ;
c) consiste à accéder à la zone minéralisée par des galeries ;
d) concerne les gisements affleurant.

Relève dans chaque série, les propositions exactes, en utilisant les chiffres et les lettres.

Exercice 4

Les affirmations ci-dessous sont relatives aux méthodes d'exploitation des gisements miniers.

1. Les gisements affleurant en surface s'exploitent à ciel ouvert.
2. La mise à nue de la zone minéralisée se réalise dans l'exploitation souterraine.
3. Les galeries sont les voies d'accès à la zone minéralisée.
4. L'exploitation en découverte concerne les gisements stratiformes.
5. L'exploitation en fosse concerne les gisements qui s'enfoncent dans le sous-sol.
6. Les gisements à faible profondeur sont exploités avec la méthode souterraine.

Relève l'affirmation exacte, en utilisant les chiffres.

Exercice 5

Les étapes ci-dessous, présentées dans le désordre, se rapportent aux étapes de la mise en œuvre de la prospection géochimique.

1. Tamisage des échantillons.
2. Identification du minerai.
3. Prélèvement des échantillons.
4. Séchage des échantillons.
5. Dosage du minerai au laboratoire.
6. Broyage des échantillons.

Range-les dans l'ordre de la mise en œuvre de la prospection géochimique, en utilisant les chiffres.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 44 27/02/2025 16:54

Exercices d'approfondissement

Exercice 1

Lors de la préparation d'un devoir de niveau sur l'exploitation des gisements miniers, ton camarade de classe découvre les deux figures A et B ci-dessous se rapportant à deux méthodes d'exploitation de gisements aurifères dans deux localités de la Côte d'Ivoire.

Figure A

Figure B

Tu trouves ces découvertes intéressantes et tu te joins à lui pour les exploiter.

1. Nomme les techniques d'exploitation minière présentées par chaque figure.
2. Décris chacune des techniques d'exploitation minière présentée.
3. Dégage l'impact de l'exploitation minière sur l'environnement et sur la qualité de la vie.

Exercice 2

Pendant les grandes vacances scolaires, que tu passes au village, tu accompagnes ton grand frère cultivateur au champ. Il découvre non loin de son champ dans un massif granitique un minéral qui présente les caractéristiques de l'or. Comme illustré par le document ci-dessous.

Document

La direction régionale des mines de la localité, informée, dépêche une équipe sur les lieux. L'équipe déploie un ensemble d'opérations qui lui permettent de confirmer que ce massif renferme un gisement d'or et qu'il faut l'exploiter. Ton frère, surpris de la présence de l'or non loin de son champ veut comprendre l'impact de l'exploitation de ce gisement minier sur l'environnement et demande ton avis.

1. Qualifie la roche magmatique retrouvée dans laquelle le gisement d'or a été trouvé.
2. Nomme l'ensemble des techniques permettant à l'équipe d'évaluer le gisement.
3. Propose une méthode permettant d'extraire cet or.
4. Dégage les inconvénients de l'exploitation de ce gisement aurifère sur l'environnement.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 45 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercice 3

Pendant les congés de Pâques, tu te rends chez ton cousin dont l'activité est l'exploitation artisanale d'or, dans une localité de la Côte d'Ivoire. Le document ci-contre illustre la pratique de ton cousin qui soutient que cette activité lui permet de vivre décemment. Tu rétorques que cette activité agit sur l'environnement. Argument auquel, il n'adhère pas. Tu décides de l'aider à comprendre.

Document

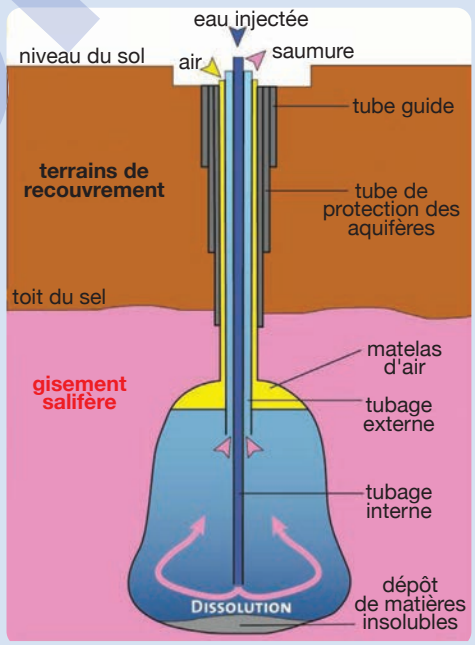
1. Nomme la technique de prospection minière adaptée à ce type de gisement.
2. Décris la méthode d'exploitation minière présentée par le document.
3. Dégage l'impact de cette exploitation sur l'environnement et sur la qualité de la vie.

Approfondissement des connaissances

Autres méthodes d'exploitation minière

• L'exploitation par dissolution

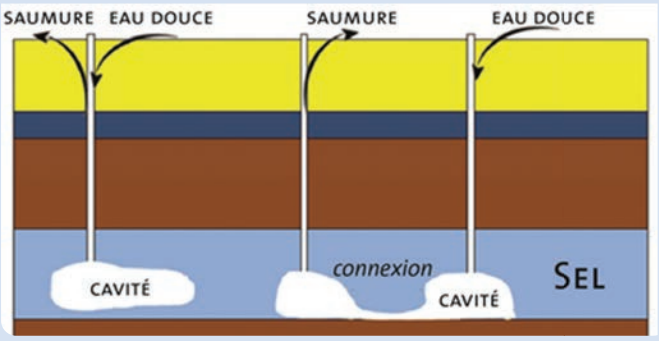
Cette technique est spécifique aux minerais solubles et concerne donc particulièrement les exploitations de sel gemme. Le principe consiste en la création d'un ou plusieurs conduits artificiels (puits ou sondages) à travers les terrains de recouvrement jusqu'au niveau de sel à exploiter. De l'eau douce est injectée à travers ces conduits. Au contact de l'eau, le sel se dissout puis il est extrait vers la surface, sous la forme de mélange aqueux saturé en sel dissout (saumure). La dissolution du gisement crée une, ou un ensemble de, cavité(s) dont la forme, les dimensions et le devenir sont dépendants de la méthode d'exploitation mise en œuvre. Les caractéristiques d'exploitation varient en fonction de la nature et de la profondeur du gisement.



Technique d'exploitation du sel par dissolution in situ par forage isolé (gisement profond)

SPECIMEN

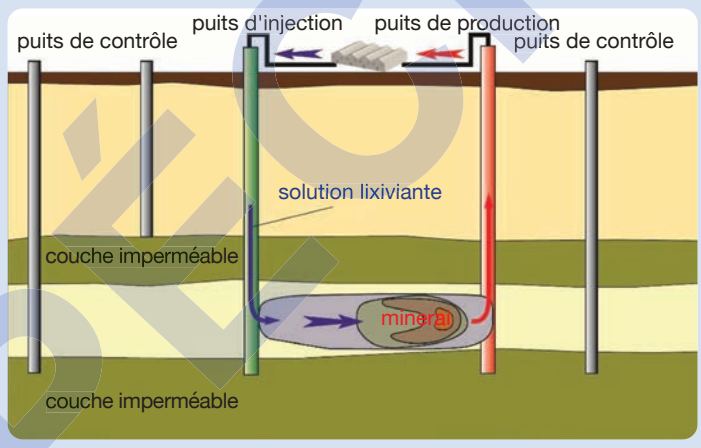
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 46 27/02/2025 16:54



Technique d'exploitation en gisements peu profonds

• L'exploitation par lixiviation in-situ

Cette technique (« in situ leaching » en anglais) permet d'exploiter des gisements à basse teneur minérale, stratiformes, encaissés dans des horizons gréseux perméables et encadrés par des horizons très peu ou pas perméables (ex. grès rouges à cuivre ou « red-beds »). À l'aide d'une série de puits injecteurs et producteurs, une circulation de solution lixiviante (souvent de l'acide sulfurique ou du carbonate de soude) est établie, permettant l'attaque du minerai. La solution est, par la suite, récupérée pour la phase de traitement. Le principal avantage de cette technique est de pouvoir récupérer des métaux ou minerais de valeur sans avoir recours aux techniques minières traditionnelles impliquant : explosions, découverture coûteuse ou infrastructures souterraines. Cette technique a donc une faible emprise en surface et ne crée aucune verse à stérile. Toutefois, elle présente un risque de contamination des eaux souterraines. Aucune mine en France n'a eu recours à cette méthode et sa mise en œuvre future n'est pas envisagée.



Technique d'exploitation par lixiviation in situ

SPÉCIMEN

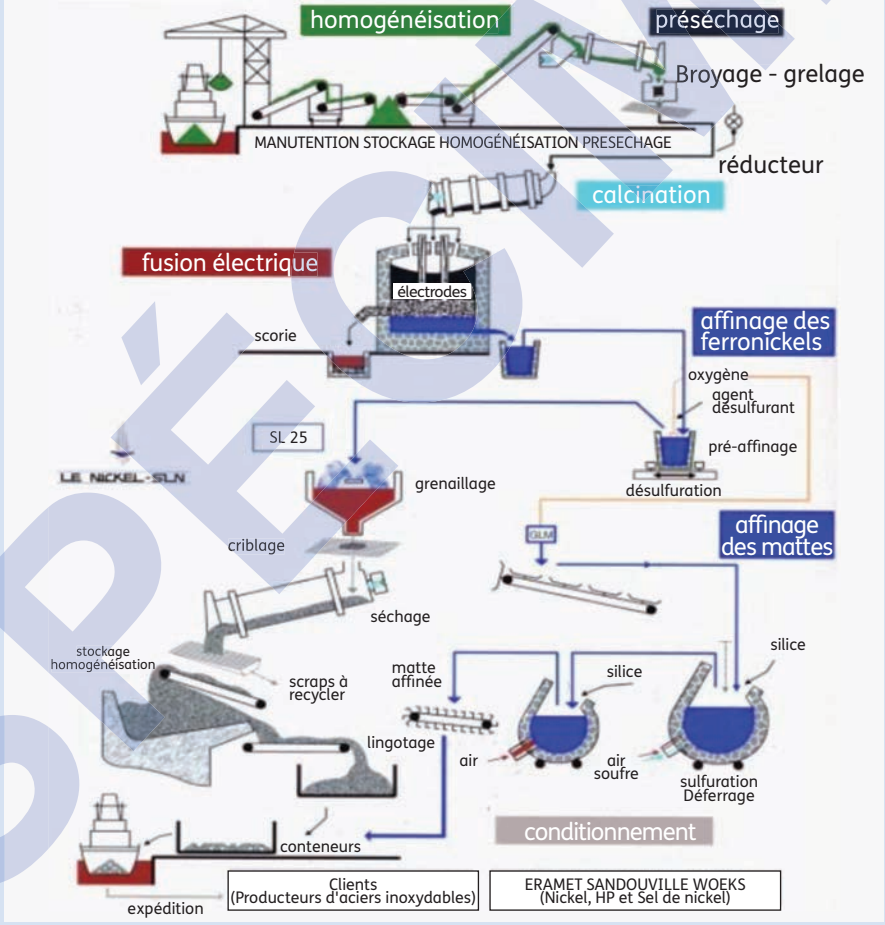
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 47 27/02/2025 16:54

Le traitement des minerais

Si des roches ont été extraites dans le cas d'une exploitation minière, c'est pour leur richesse en minerais valorisables. Cependant, même à des concentrations intéressantes, les minerais ont rarement une pureté suffisante pour pouvoir être transformés directement en produits finis (souvent de type métaux). Il est donc nécessaire de modifier l'état du minerai extrait. Le passage de la mine au métal peut se faire en deux grandes étapes :

- **le traitement du minerai, ou minéralurgie** (« *mineral processing* » en anglais). C'est « le passage de la mine au concentré métallique », il regroupe un ensemble de techniques de traitement physiques et physico-chimiques ayant pour objet d'obtenir des produits ayant une valeur commerciale et transformable par la métallurgie ;
- **la métallurgie** (« metallurgy » en anglais) regroupe quant à elle l'ensemble, des procédés et techniques d'extraction, d'élaboration, de mise en forme et de traitement des métaux et de leurs alliages à partir du minerai concentré.

Le traitement du minerai s'effectue dans une usine de traitement dédiée qui peut être localisée sur le site même de la mine ou bien totalement délocalisée du site d'exploitation. Le traitement du minerai suit un schéma de procédé (« flow sheet » en anglais) bien défini et spécifique pour chaque type de minerai, faisant souvent l'objet d'une forte concurrence entre les entreprises du secteur. Ces procédures de traitement sont la base du savoir-faire de chaque compagnie minière et industrielle.



Procédure du traitement du minerai de nickel

fr.slideshare.net

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 48 27/02/2025 16:54

Thème 2

LA GESTION DES SOLS

SPÉCIMEN

Leçon

L'amélioration et la protection des sols

Situation d'apprentissage

La coopérative de ton établissement cultive du maïs, chaque année, sur la même parcelle de terrain en pente. Au bout de trois années d'exploitation, la production de maïs baisse. L'agent de l'ANADER (Agence Nationale d'Appui au Développement Rural) sollicité, conseille la coopérative d'avoir recours à des techniques pour améliorer et protéger le sol.

Les membres de la coopérative, élèves de ta classe, partagent cette information avec les autres. Et ensemble, vous décidez de décrire les techniques d'amélioration et de protection des sols, d'en dégager les avantages et d'établir la relation entre l'exploitation rationnelle des sols et la préservation de l'environnement.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 50 27/02/2025 16:54

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Identifier	- quelques techniques d'amélioration des sols ; - quelques techniques de protection des sols.
Décrire	- quelques techniques d'amélioration des sols ; - quelques techniques de protection des sols.
Établir	la relation entre l'exploitation rationnelle des sols et la préservation de l'environnement.
Dégager	- l'intérêt des techniques de l'amélioration des sols ; - les avantages des techniques de protection des sols.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1

Identifier quelques techniques d'amélioration et de protection des sols

Le texte ci-dessous est relatif à quelques techniques d'amélioration et de protection des sols.

Texte

Les plantes ont besoin de phosphore et de potassium. Pour utiliser au mieux l'azote et pour une croissance saine, les cultures ont besoin d'un apport d'engrais. L'apport d'engrais NPK contribue à une meilleure nutrition et à de meilleurs rendements des cultures.
Pour améliorer la structure d'un sol, on peut pratiquer des amendements qui conduisent à la reconstitution de la formation de l'humus. Les amendements peuvent être de deux types :
- les amendements calcaires par apport de calcaire broyé ou de chaux ;
- les amendements humifères tels que le fumier, la paille, les déchets de récolte.
La conservation des sols en agriculture est un ensemble de pratiques culturales pour promouvoir un usage durable des sols. Elle vise à prévenir la perte de sol due à l'érosion. Les techniques pour la conservation des sols sont entre autres, la rotation des cultures, les cultures (ou plantes) de couverture, les haies brise-vent, la jachère, le paillage. Puis dans les régions à relief accidenté (zones montagneuses), la technique utilisée pour la conservation des sols est le terrassement.

- Lis le texte.
- Relève les techniques culturales qui améliorent la fertilité des sols et celles qui sont pratiquées pour les protéger.
- Tire une conclusion.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 51 27/02/2025 16:54

Synthèse

Les techniques qui améliorent la fertilité des sols sont l'apport d'engrais et les amendements (calcaires et humifères).
Les techniques utilisées pour protéger les sols sont la rotation des cultures, les cultures (ou plantes) de couverture, les haies vives, la jachère, le paillage et le terrassement.
La conservation des sols nécessite la pratique de techniques culturales appropriées.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente des techniques culturales et leurs impacts sur les sols.

Techniques culturales	Impacts sur les sols
1. Amendements humifères 2. Terrassement 3. Jachère 4. Rotation des cultures 5. Apport d'engrais 6. Paillage 7. Amendement calcaire	a) Protection des sols b) Amélioration de la fertilité des sols

Associe chaque technique culturale à son impact sur les sols, en utilisant les chiffres et les lettres.

Activité 2 Décrire quelques techniques d'amélioration des sols

2-1 Amélioration de la fertilité des sols par les amendements calcaires

Observe les figures ci-dessous se rapportant à l'épandage de la chaux et à leurs effets sur les sols.

Figure 1 : Épandage de la chaux sur un sol

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 52 27/02/2025 16:54

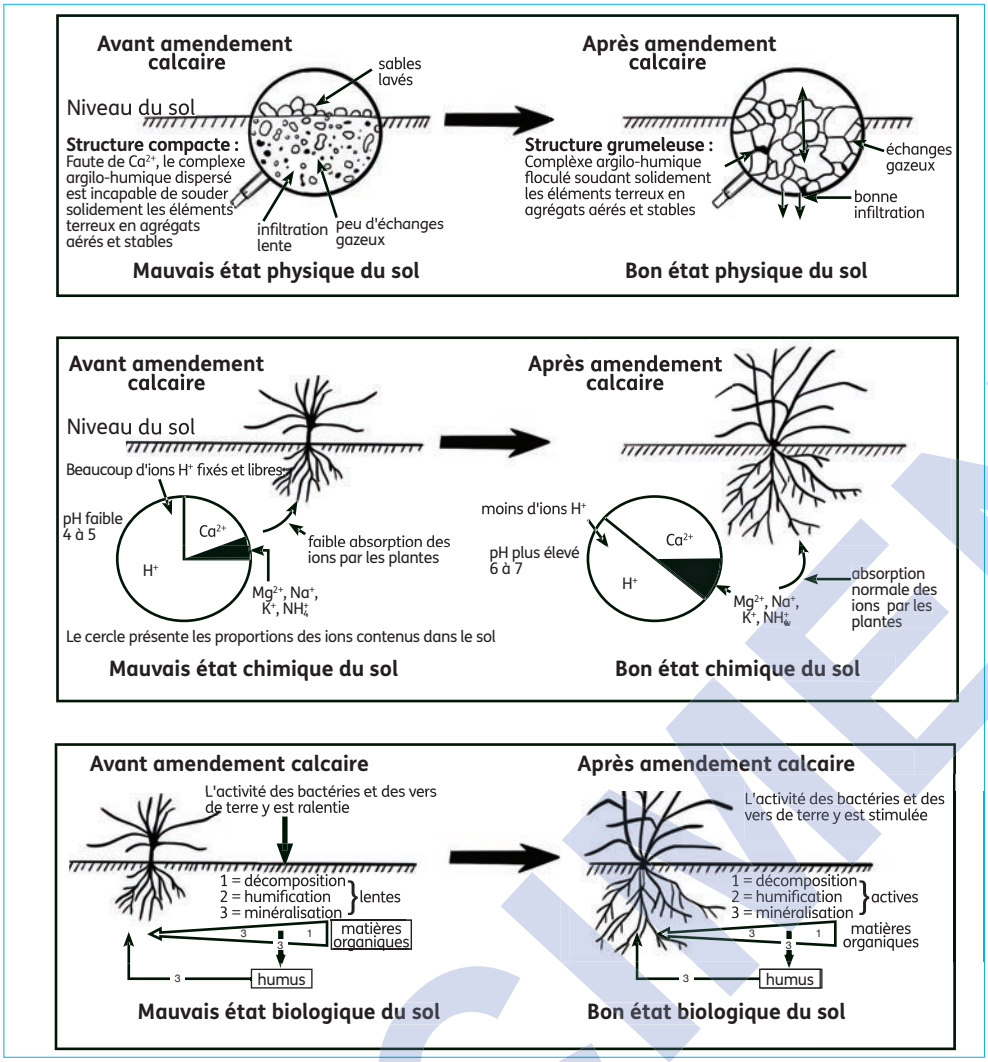


Figure 2 : Effet des amendements calcaires

- Décris la technique culturale présentée par la figure 1.
- Explique les effets des amendements calcaires sur les sols (cas de la chaux), en t'appuyant sur la figure 2.
- Dégage l'intérêt de cette technique culturale.

Synthèse

La chaux, incorporée au sol à travers l'épandage, constitue un amendement calcaire. Avant l'amendement calcaire, le sol a une structure compacte, instable. La perméabilité et l'aération sont réduites, les sables sont lavés, les échanges gazeux sont faibles. Le complexe argilo-humique dispersé, est incapable de souder les éléments terreux en agrégats stables et aérés (mauvais état physique du sol). De plus, le pH du sol est acide (compris entre 4 et 5), une grande quantité d'ions hydrogènes (H^+) sont libres dans la solution du sol, la quantité d'ions (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, NH^{4+}) qui se fixent sur le complexe argilo-humique est faible, la plante absorbe difficilement les ions (mauvais état chimique du

SPECIMEN

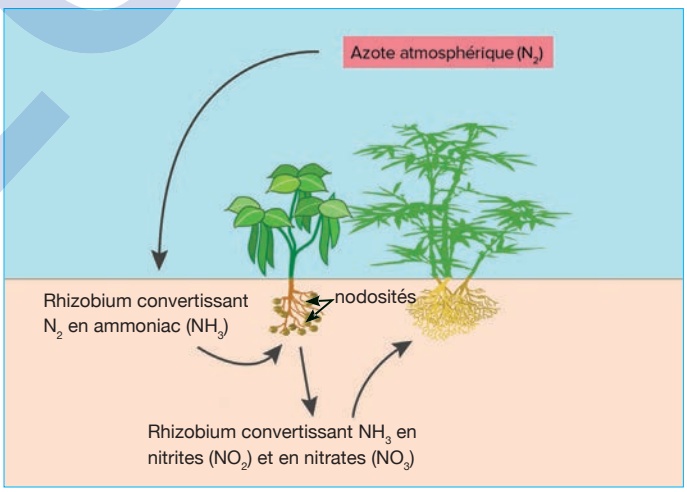
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 53 27/02/2025 16:54

sol). Quant à l'activité des bactéries et des vers de terre, elle y est ralentie (mauvais état biologique du sol).
Après l'amendement calcaire, la structure du sol devient grumeleuse, le pH se relève et se rapproche de la neutralité (compris entre 6 et 7). L'activité des bactéries et des vers de terre est accélérée.
En effet, le complexe argilo-humique est floculé et soude solidement les éléments terreux en agrégats aérés et stables, l'infiltration d'eau et les échanges gazeux sont bons. La structure grumeleuse du sol le rend stable et plus perméable à l'eau et à l'air (bon état physique du sol). L'amendement calcaire améliore ainsi les **propriétés physiques** du sol.
Dans la solution du sol, la chaux vive (CaO) apportée s'hydrate pour donner de l'hydroxyde de calcium ou chaux éteinte ($Ca(OH)_2$). La chaux éteinte se dissocie, ensuite, pour donner des ions calcium (Ca^{2+}) et des ions hydroxydes (OH^-). Les ions Ca^{2+} libérés, se fixent sur le complexe argilo-humique en échange des ions H^+ et les ions OH^- de la solution du sol se combinent aux ions H+ libérés pour former des molécules d'eau (H_2O). Les équations sont les suivantes :

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$$

$$2OH^- + 2H^+ \longrightarrow 2H_2O$$

Ces réactions entraînent une diminution de la quantité d'ions H^+ dans le sol ce qui permet de relever le pH du sol qui se rapproche de la neutralité. Aucun résidu acide n'apparaît et l'élévation du pH est rapide.
Le calcium régularise le pH et favorise les échanges d'ions, nécessaires à la nutrition des plantes. La plante absorbe normalement les ions, la quantité d'ions fixés sur le complexe argilo-humique augmente. L'amendement calcaire améliore les **propriétés chimiques** du sol.
La bonne aération et l'humidité modérée favorisées par la structure grumeleuse, la présence de calcium et le pH qui tend vers la neutralité (acidité peu élevée) accélèrent la décomposition des matières organiques, augmentent leur humification et activent leur minéralisation. Les rhizobiums vivant en symbiose avec les légumineuses se multiplient et deviennent plus actifs.
Ces bactéries captent l'azote atmosphérique (azote minéral) favorisent la nitrification. En effet, l'azote existe dans l'atmosphère sous forme de gaz (N_2). Lors de la fixation de l'azote gazeux, les bactéries convertissent l'azote (N) en ammoniac (NH_3), une forme d'azote assimilable par les plantes pour fabriquer des molécules organiques.



Rhizobium fixant l'azote atmosphérique

L'amendement calcaire améliore les **propriétés biologiques** du sol.
Les **amendements** sont des substances incorporées au sol pour améliorer à la fois ses propriétés physiques, chimiques et biologiques, le rendant ainsi propice à l'agriculture.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 54 27/02/2025 16:54

Exercice de fixation

Les étapes ci-dessous, présentées dans le désordre, se rapportent au mode d'action des amendements calcaires.

1. Formation de la chaux éteinte.
2. Formation de molécules d'eau.
3. Fixation des ions Ca^{2+} libérés sur le complexe argilo-humique en échange des ions H^+.
4. Dissociation de la chaux éteinte.
5. Hydratation de la chaux vive dans la solution du sol.
6. Combinaison des ions OH^- aux ions H^+ libérés.
7. Libération des ions calcium (Ca^{2+}) et hydroxydes (OH^-).

Range-les dans l'ordre du déroulement du mode d'action des amendements calcaires.

2-2 Amélioration de la fertilité des sols par les amendements humifères

Observe les figues ci-dessous se rapportant à l'épandage du fumier et à leurs effets sur les sols.

Figure 3 : Épandage de fumier sur un sol

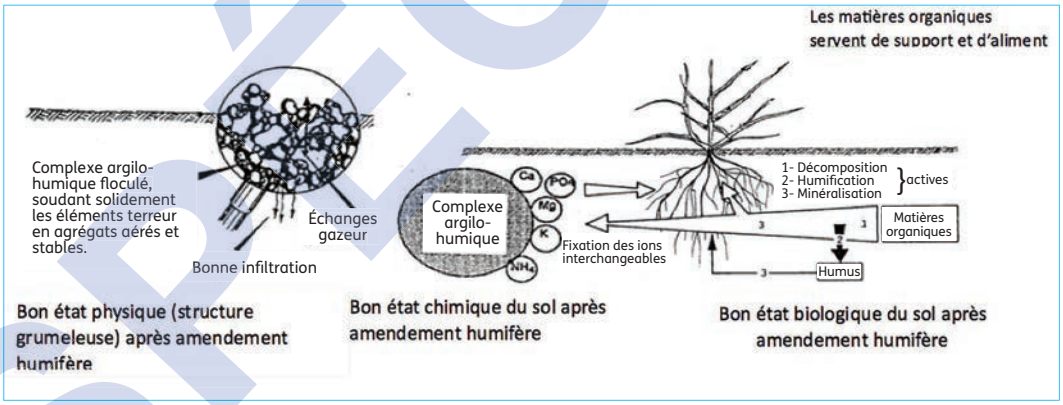


Figure 4 : Effets des amendements humifères sur les sols

- Décris la technique présentée par la figure 3.
- Explique le mode d'action des amendements humifères sur les sols.
- Dégage l'intérêt de cette technique d'amélioration de la fertilité des sols.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 55 27/02/2025 16:54

Synthèse

Le fumier constitue, par son incorporation au sol à travers l'épandage, un amendement humifère ou humique.

Les indices visibles du manque d'humus dans un sol se perçoivent à plusieurs niveaux. La structure du sol devient de plus en plus compacte, la stabilité structurale devient de plus en plus faible, l'érosion des sols sableux s'accroît surtout s'ils sont en pente, les éléments minéraux (ions échangeables) et l'activité biologique se raréfient.

Les matières organiques rendent la structure du sol grumeleuse. Le sol devient plus perméable à l'eau et à l'air et plus stable. Elles favorisent la granulation de la structure des sols lourds (compact, argileux) comme celles des sols légers (sols sableux).

En sol sableux, les matières organiques « granulent » les éléments trop divisés en agrégats stables résistant mieux à la battance et augmentent la capacité de rétention en eau du sol, qui devient moins filtrant.

En sols argileux, elles divisent la masse trop compacte du sol et la « granulent » en agrégats stables, résistant mieux à la reprise en masse. Les matières organiques assurent la formation du complexe argilo-humique, dans lequel l'humus protège l'argile contre la dispersion par l'eau, rendant la structure stable et diminue la résistance du sol aux instruments de culture du fait qu'il soit moins collant que l'argile.

Les amendements humifères améliorent **les propriétés physiques** des sols.

Une légère acidité due à la décomposition des matières organiques et à la présence des acides humiques, favorise la dissolution de minéraux peu assimilables, tels que les phosphates et le fer. La minéralisation des matières organiques jeunes et de l'humus stable est une source continue d'éléments minéraux assimilables par la plante.

L'humus, étant un colloïde, augmente le pouvoir adsorbant du sol ; ainsi la fixation des ions échangeables apportés par les fertilisants est améliorée. Le CO_2 issu des décompositions organiques et les acides humiques attaquent les sels minéraux insolubles, notamment les phosphates, les rendant assimilables ainsi l'alimentation des plantes est améliorée.

Les amendements humifères améliorent **les propriétés chimiques** des sols.

Les matières organiques servent de support et d'aliments aux micro-organismes et vers de terre. Les matières organiques jeunes apportent les sucres et les matières azotées nécessaires aux microbes.

Elles sont l'aliment des vers de terre dont le rôle sur la structure et l'aération du sol est capital.

Améliorant la structure et l'aération du sol, les matières organiques favorisent l'activité des bactéries aérobies, utiles à la minéralisation.

L'humus favorise la croissance des plantes par non seulement l'incorporation des éléments minéraux libérés par sa minéralisation, mais encore par l'action directe sur la physiologie de la plante, d'activateurs de croissance agissant à très faible dose.

Les amendements humifères améliorent **les propriétés biologiques** des sols.

Les amendements humifères améliorent les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. Ils ont une action lente mais durable dans le temps.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 56 27/02/2025 16:54

Exercice de fixation

Les étapes ci-dessous énumérées dans le désordre, se rapportent à la transformation de la matière organique dans le sol.

1. Humification
2. Matières organiques fraîches
3. Décomposition
4. Minéralisation
5. Humus

Range ces étapes dans l'ordre chronologique de leur déroulement, en utilisant les chiffres.

2-3 Amélioration de la fertilité des sols par l'apport d'engrais

Lis le texte ci-dessous et observe les images suivantes.

Texte

Les engrais minéraux ont pour origine soit des roches éruptives (poudre de basalte), sédimentaires (phosphates naturels) ou salines (sels de potasse), soit des synthèses ou transformations industrielles (ammoniac, scories...). Les éléments qu'ils apportent sont sous forme inorganiques. Les engrais minéraux sont aussi qualifiés d'engrais « chimiques ». Ils mettent à la disposition de la plante les éléments minéraux indispensables.

Les engrais organiques proviennent de la transformation des déchets végétaux et surtout animaux. Ils apportent sous des formes organiques, tous les éléments, non seulement N, P, K mais aussi S, Mg, Ca, Na et la plupart des oligo-éléments. Ils peuvent donc être considérés comme des engrais composés.

Un engrais vert est une culture de végétation à croissance rapide, à incorporer au sol qui la fait pousser, pour améliorer la fertilité. Le rôle de ces plantes vivantes, dépasse de beaucoup celui d'une masse de matière organique à enfouir.

Les engrais verts jouent des rôles multiples.

Figure 5 : Épandage d'engrais minéral

Figure 6 : Enfouissement des engrais verts

Les auteurs

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 57 27/02/2025 16:54

- Relève dans le texte les différents types d'engrais.
- Décris les techniques présentées par les figures 5 et 6.
- Explique le mode d'action de ces différents types d'engrais.
- Dégage l'intérêt de cette technique d'amélioration de la fertilité des sols.

Synthèse

Les engrais sont de trois types : les engrais chimiques, les engrais organiques et les engrais verts.

Les engrais minéraux et organiques sont épandus sur le sol alors que les engrais verts sont enfouis dans le sol où ils ont poussé.

Les **engrais chimiques** (ou **engrais minéraux** ou **fumure minérale**) se dissolvent, dès leur épandage, dans la solution du sol. Ils s'y dissocient aussitôt en ions, qui élèvent sa concentration. Une partie de ces ions se fixe ensuite sur le complexe argilo-humique et l'autre partie est assimilée par la plante. L'apport d'engrais chimiques est donc la mise à la disposition de la plante, des éléments chimiques minéraux directement assimilables. Les engrais chimiques sont le plus souvent apportés sous forme de sels minéraux. Exemple : les engrais azotés nitriques, ammoniacaux et uréiques, les phosphates, les engrais potassiques, les engrais chimiques de base NPK...

Les engrais chimiques présentent des avantages et des inconvénients selon leur mode d'utilisation. Utilisés de façon raisonnable et avec une juste mesure, ils améliorent la fertilité du sol et augmentent le rendement. Par contre, l'utilisation en excès des engrais provoque :

- l'intoxication des plantes, des animaux, des utilisateurs ;
- la pollution de l'environnement, des nappes phréatiques ;
- la diminution de la valeur biologique des protéines des récoltes (fruits, légumes ...).

Les engrais chimiques ont une action rapide qui ne dure pas dans le temps. Ainsi, ils doivent être apportés de façon régulière.

Les **engrais organiques (ou engrais naturels** ou **fumure organique**) passent par la phase décomposition/minéralisation avant d'être assimilables par les plantes. Ce sont des engrais naturels de longue durée. Les micro-organismes décomposent les protéines végétales et animales (minéralisation) et transforment l'azote en ammonium et nitrate disponibles pour les plantes. Ce processus stimule l'activité du sol et soutient la libération d'autres nutriments végétaux. Les engrais organiques libèrent les éléments nutritifs assimilables par la plante par minéralisation progressive, évitant ainsi les risques de lessivage. Ils stimulent l'activité biologique du sol et augmentent la synthèse d'azote de l'air par les bactéries libres et associées (rhizobiums). Le plus important engrais organique est le **fumier** qui provient de la fermentation de la litière des animaux, paille souillée, d'urine et d'excréments. D'autres d'engrais organiques sont le compost, le guano, la corne torréfiée, la poudre d'os...

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 58 27/02/2025 16:54

Les engrais verts couvrent rapidement le sol, le protégeant ainsi contre la battance des pluies et l'érosion. Ils divisent le sol par leurs racines en y répartissant l'humus qu'ils laissent en mourant. Les engrais verts sont une source de matières organiques jeunes et d'un peu d'humus stable par leurs tissus, décomposés lors de l'incorporation au sol. Les engrais verts protègent et améliorent la structure des sols.

Les engrais verts favorisent la nutrition des plantes en réorganisant les éléments nutritifs minéralisés, en libérant rapidement les éléments minéraux qui sont absorbés sous formes assimilables suite à leur décomposition et en enrichissant le sol en azote organique synthétisé par les rhizobiums au niveau de leurs nodosités dans le cas des légumineuses (arachides, soja, lentilles, haricots...). Les rhizobiums vivant en symbiose avec les légumineuses se multiplient et deviennent plus actifs.

Les engrais verts améliorent les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols.

Exercice de fixation

Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte au rôle des engrais verts dans l'amélioration de la fertilité des sols.

Les engrais vers sont les alliés du jardinier. Ils permettent de ....**1**.... le sol de façon naturelle.

Les engrais verts sont des ....**2**.... qui permettent d'enrichir le sol en différents ....**3**.... et d'améliorer sa structure, tout comme le feraient les amendements.

En effet, tout au long de leur croissance, les ....**4**.... des engrais verts vont puiser en profondeur les ....**5**.... (azote, nitrate, potasse, souffre, phosphore, etc.). Ceux-ci sont alors ....**6**.... dans la plante, au niveau des feuilles, des tiges et des racines puis ....**7**.... dans la couche superficielle du sol lorsque l'engrais vert se décompose.

Complète-le, avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : *racines ; sels minéraux solubles ; restitués ; stockés ; fertiliser ; éléments nutritifs ; plantes.*

Activité 2 Décrire quelques techniques de protection des sols

Le texte ci-dessous se rapporte à des techniques de protection des sols.

Texte

La conservation des sols est en agriculture, un ensemble de pratiques appliquées pour promouvoir un usage durable des sols. Elle vise à prévenir la perte de sol due à l'érosion ou la réduction de la fertilité provoquée par une utilisation excessive du sol.

La culture sur brûlis et les feux de brousse sont responsables de la déforestation qui aboutit plus tard à la désertification. L'absence de couvert végétal favorise l'érosion des sols.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 59 27/02/2025 16:54

Les techniques pour améliorer la conservation des sols sont entre autres la rotation des cultures, la mise en place de plantes de couverture, la jachère, le paillage, le terrassement dans les régions à relief accidenté. Les agriculteurs pratiquent la conservation des sols depuis des millénaires.

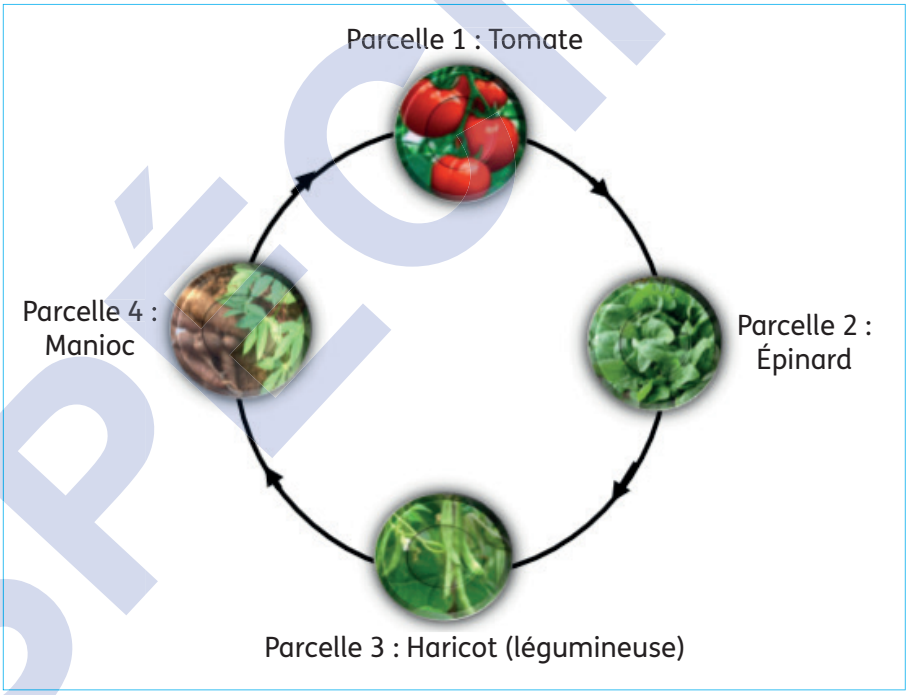
Les auteurs

- Lis le texte.
- Relève les techniques de protection des sols.
- Décris chacune de ces techniques.
- Dégage l'intérêt de ces techniques de protection.

Synthèse

Les techniques de protection des sols sont la rotation des cultures, la mise en place des plantes de couverture, la jachère, le paillage, terrassement.

La rotation des cultures (ou assolement) consiste à alterner des cultures ayant des besoins minéraux différents, sur un sol dans le but d'assurer sa conservation et sa fertilité en rétablissant son équilibre minéral. En alternant les cultures, le sol s'épuise moins vite.



Rotation des cultures

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 60 27/02/2025 16:54

Les plantes de couverture sont des plantes fourragères à croissance rapide qui recouvrent le sol. Ces plantes protègent le sol contre le ruissellement des eaux de pluies, le lessivage et l'insolation. Elles enrichissent aussi le sol en matière organique et en humus par leur débris divers.

Plantes de couverture

La jachère consiste à laisser le sol au repos après une récolte pendant un certain temps afin qu'il reconstitue naturellement sa réserve minérale. Elle permet de reconstituer la flore et la faune et elle rétablit aussi l'équilibre de l'écosystème.

Terre mise en jachère

Le paillage consiste à mettre en place, sur un sol, une couverture de matière végétale morte appelée paille entre deux cycles de cultures pour éviter le départ de la partie arable du sol. Le paillage permet non seulement de protéger le sol contre l'érosion, la battance des pluies, le lessivage, l'insolation mais également de l'enrichir en humus et en sels minéraux après décomposition de la paille.

Paillage

Le terrassement consiste à créer sur un terrain en pente des surfaces de cultures horizontales successives appelées terrasses. Le terrassement empêche l'écoulement de l'eau le long de la pente tout en permettant l'évacuation des excès d'eau. Les cultures en terrasses sur les terrains en pente permettent de protéger le sol contre l'érosion, le ruissellement des eaux et le ravinement.

Culture en terrasses

L'exploitation des terres par l'Homme provoque sa dégradation. Ainsi, un sol, dégradé est inapte à la production végétale. Ainsi, l'Homme pratique certaines techniques culturales pour une exploitation rationnelle de ces sols permettant la préservation de l'environnement et l'équilibre de l'écosystème.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 61 27/02/2025 16:54

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente des techniques culturales et leurs effets.

Techniques culturales	Effets
1. La jachère 2. La plante de couverture 3. Le paillage 4. L'assolement 5. Le terrassement	a) conserve la fertilité du sol en rétablissant son équilibre minéral b) reconstitue la flore et la faune c) protège le sol contre l'érosion, la battance des pluies, le lessivage, l'insolation d) protège le sol contre l'érosion et le ravinement e) protège le sol contre le ruissellement des eaux de pluies, le lessivage et l'insolation

Associe chaque technique de protection des sols à son intérêt, en utilisant les chiffres et les lettres.

APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

Lors de la préparation d'un devoir de niveau sur l'amélioration et la protection des sols, un membre de ton groupe de travail découvre dans un manuel de pédologie, à la bibliothèque de l'établissement, le tableau ci-dessous présentant les résultats des mesures de la quantité de matière organique dans un sol cultivé sur une période de 10 ans.

Temps de culture (année)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Quantité de matière organique (%)	7	5	4,5	3,5	2,5	1,5	1	0,5	0,5	0,5

Éprouvant des difficultés à exploiter les résultats obtenus, il te sollicite.

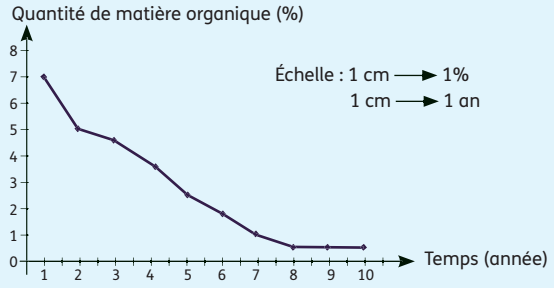
1. Trace la courbe d'évolution de la quantité de matière organique en fonction du temps.
Échelle : 1 cm pour 1% et 1 cm pour 1 an.
2. Analyse le tracé obtenu.
3. Détermine l'année à partir de laquelle ce sol est devenu infertile, sachant qu'en dessous de 1 % de matière organique le sol devient infertile.
4. Propose une technique culturale qui permet d'améliorer rapidement la fertilité du sol cultivé.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 62 27/02/2025 16:54

Corrigé

1. Tracé de la courbe



COURBE D'ÉVOLUTION DE LA QUANTITÉ DE MATIÈRE ORGANIQUE EN FONCTION DU TEMPS

2. Analyse du tracé

De 1 à 8 ans, la quantité de matière organique diminue passant de 7 % à 0,5 %. De 8 à 10 ans, la quantité de matière organique reste faible et constante à 0,5 %.

3. Détermination de l'année à partir de laquelle le sol devient infertile :

à partir de 7 ans.

4. Proposition d'une technique culturale :

apport d'engrais chimiques.

Méthode

Construire la courbe en respectant l'échelle.

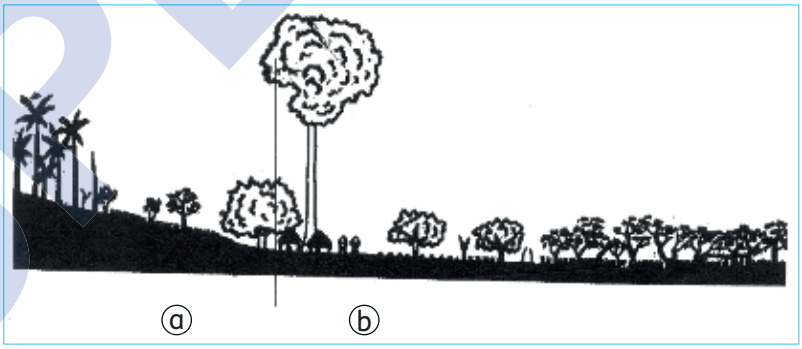
Relever l'évolution de la quantité de matière en fonction du temps.

S'appuyer sur les résultats du tableau.

Proposer une technique en s'appuyant sur ses connaissances.

Exercice 2

Durant les congés de pâques, tu te rends chez ton oncle, cultivateur dans un campement situé dans la région de l'ouest. Ton oncle qui cultive du manioc accuse le paysan dont le champ est contigu au sien d'être à l'origine de la baisse des rendements de son champ au fil des années. Pour mieux t'imprégner de la situation, tu te rends sur les lieux et tu établis une coupe schématique du terrain, illustrée par le document 1 ci-dessous. La parcelle ⓐ étant celle de ton oncle et la parcelle ⓑ celle de l'autre paysan.



Document 1

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 63 27/02/2025 16:54

Les deux belligérants te fournissent des informations relatives aux rendements de leurs cultures depuis trois ans résumées dans le tableau du document 2 ci-dessous.

Années / Rendements	1ère année	2e année	3e année
Parcelle a	2,7 T/ha	1,7 T/ha	0,75 T/ha
Parcelle b	3,5 T/ha	4,3 T/ha	5,2 T/ha

Document 2

Tu décides d'expliquer à ton oncle l'origine de la baisse du rendement de sa culture en t'appuyant sur les deux documents.

1. Compare les résultats obtenus sur les deux parcelles.
2. Explique à ton oncle les raisons de l'évolution du rendement de sa culture.
3. Propose une solution durable susceptible d'améliorer le rendement de la parcelle de ton oncle, en plus d'engrais chimique qu'il apporte au champ.

Corrigé

1. Comparaison

Les rendements de la parcelle a sont plus faibles que ceux de la parcelle b.

Les rendements de la parcelle a baissent de la 1ère année (2,70 T/ha) à la 3ème année (0,75 T/ha), tandis que ceux de la parcelle b augmentent de la 1ère année (3,5 T/ha) à la 3ème année (5,255 T/ha).

2. Explication

Les rendements de la parcelle a sont faibles parce que la parcelle est située sur une pente, l'eau de ruissellement entraîne les éléments minéraux vers la parcelle b.

La parcelle a s'appauvrit au fur et à mesure alors que la parcelle b s'enrichit en éléments minéraux et devient de plus en plus fertile, d'où l'augmentation de la production de la parcelle b et la baisse de celle de la parcelle a.

3. Proposition :

Il faut accompagner l'apport d'engrais par une technique de protection du sol en l'occurrence le terrassement qui permet de retenir les ions minéraux dans le sol.

Méthode

Comparer les résultats du tableau.

Expliquer la baisse du rendement de la parcelle a et l'augmentation de celui de la parcelle b.

S'appuyer sur ses connaissances.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 64 27/02/2025 16:54

Résumé de cours

L'amélioration des sols se fait par des **techniques d'amélioration** de la fertilité des sols que sont les **amendements** et l'**apport d'engrais** et par des **techniques de protection** des sols que sont l'assolement, les plantes de couverture, la jachère, le paillage, le terrassement.

Les amendements calcaires et humifères permettent de corriger les sols par amélioration des propriétés physico-chimiques et biologiques de ceux-ci donc leur fertilité.

L'**amendement calcaire** tel que le chaulage, apporte les ions calciums au sol qui ont pour rôle de régulariser l'état ionique du sol et du complexe argilo-humique, créant ainsi un milieu favorable à l'activité biologique et à la nutrition des plantes.

L'**amendement humifère** ou **humique** consiste à incorporer des matières organiques au sol qui servent de support et d'aliment aux micro-organismes. La décomposition de la matière organique libère de l'humus. L'humus étant un colloïde, il augmente le pouvoir adsorbant du sol par la fixation des ions échangeables apportés par les fertilisants.

L'**humus** est une substance organique variée de couleur brune et noirâtre qui résulte de la décomposition de la matière organique d'origine exclusivement végétale (paille, fumier, déchets de récolte...) sous l'action des micro-organismes du sol et des vers de terre.

L'apport d'**engrais chimiques** permet la mise à la disposition de la plante par l'intermédiaire du sol, des éléments minéraux directement assimilables par les plantes ou les cultures.

L'apport d'**engrais organiques** après décomposition, apporte des ions minéraux indispensables (assimilables) aux plantes ou aux cultures.

Les **engrais verts** favorisent la nutrition des plantes en réorganisant les éléments nutritifs minéralisés, en libérant rapidement les éléments minéraux qui sont absorbés sous formes assimilables suite à leur décomposition.

Les **techniques de protection des sols** sont des techniques culturales permettant de protéger les sols, d'empêcher leur dégradation et d'assurer leur fertilité.

L'exploitation rationnelle des sols assure la préservation de l'environnement.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 65 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercices de renforcement

Exercice 1

Le tableau ci-dessous présente des techniques de protection des sols et leurs descriptions.

Techniques de protection des sols	Descriptions
1. La jachère 2. Le terrassement 3. Le paillage 4. L'assolement	a) création sur un terrain en pente des surfaces de cultures horizontales successives. b) mise en place, sur un sol, d'une couverture de matière végétale morte entre deux cycles de cultures. c) alternance des cultures ayant des besoins minéraux différents, sur un sol. d) mise au repos du sol après une récolte pendant un certain temps afin qu'il reconstitue naturellement sa réserve minérale.

Associe chaque technique à sa description, en utilisant les chiffres et les lettres.

Exercice 2

Les séries de propositions ci-dessous se rapportent à l'action de quelques pratiques culturales sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

1. **L'engrais chimique :**
   a) fournit de l'humus au sol ;
   b) fournit des ions minéraux directement assimilables ;
   c) fournit des aliments aux micro-organismes ;
   d) a les mêmes effets que les amendements humifères.
2. **Le chaulage :**
   a) relève le pH des sols acides ;
   b) baisse le pH des sols acides ;
   c) accélère l'activité des bactéries du sol ;
   d) fournit des aliments aux micro-organismes et aux vers de terre.
3. **L'amendement humifère :**
   a) rend la structure du sol grumeleuse ;
   b) fournit des aliments aux micro-organismes et aux vers de terre ;
   c) augmente la quantité d'ions échangeables dans la solution du sol ;
   d) fournit au sol des sels minéraux directement assimilables par la plante.

Relève dans chaque série, la (ou les) proposition(s) exacte(s), en utilisant les chiffres et les lettres.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 66 27/02/2025 16:54

Exercice 3

Les affirmations ci-dessous concernent l'amélioration et la protection des sols.

1. Le fumier protège le sol contre l'érosion.
2. Les amendements calcaires régularisent le pH du sol.
3. Le paillage est une pratique culturale qui préserve l'environnement.
4. Le terrassement est une technique qui accélère le ruissellement de l'eau le long des pentes.
5. Les amendements calcaires enrichissent le sol en calcium.
6. Les amendements humifères n'améliorent que les propriétés physiques des sols.
7. Les engrais chimiques apportent les éléments minéraux directement assimilables par la plante.
8. L'amendement calcaire permet de réduire le pH des sols acides.
9. Les engrais verts améliorent la structure du sol qui devient grumeleuse.
10. L'humus ralentit l'activité des micro-organismes dans le sol.

Réponds par « Vrai » ou par « Faux » à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

Exercice 4

Le texte ci-dessous se rapporte aux techniques d'amélioration des sols.

Un sol fertile est propice à l'agriculture. Il possède de bonnes propriétés physiques, chimiques et biologiques. L'exploitation ...**1**... d'un sol peut entraîner son appauvrissement.
Ainsi, pour améliorer la ...**2**... des sols, plusieurs techniques sont utilisées.
L'apport ...**3**... consiste à incorporer au sol des substances chimiques qui mettent à la disposition des plantes des éléments minéraux directement assimilables.
L'apport d'engrais organique consiste à incorporer au sol des ...**4**... dont la minéralisation libère des éléments minéraux assimilables par les plantes.
L'apport ...**5**... consiste à incorporer au sol des plantes à croissance rapide qui améliorent la structure des sols et favorisent la nutrition des plantes.
L'amendement consiste à apporter des substances au sol en vue ...**6**... leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques. Les ...**7**... enrichissent le sol en calcium et les ...**8**... , fournissent au sol de l'humus.

Complète le texte avec les mots et le groupe de mots suivants, en utilisant les chiffres : d'*améliorer ; d'engrais chimique ; abusive ; amendements humifères ; amendements calcaires ; d'engrais verts ; substances organiques ; fertilité.*

Exercice 5

Les mots et les groupes de mots suivants se rapportent à l'amélioration de la fertilité et à la protection des sols : 1. Amendement humifère ; 2. Chaulage ; 3. Assolement ; 4. Apport d'engrais chimique ; 5. Paillage ; 6. Engrais verts ; 7. Jachère ; 8- terrassement.

Range-les dans le tableau ci-dessous, après l'avoir reproduit, en utilisant les chiffres.

Technique de protection des sols	Technique d'amélioration des sols

SPECIMEN

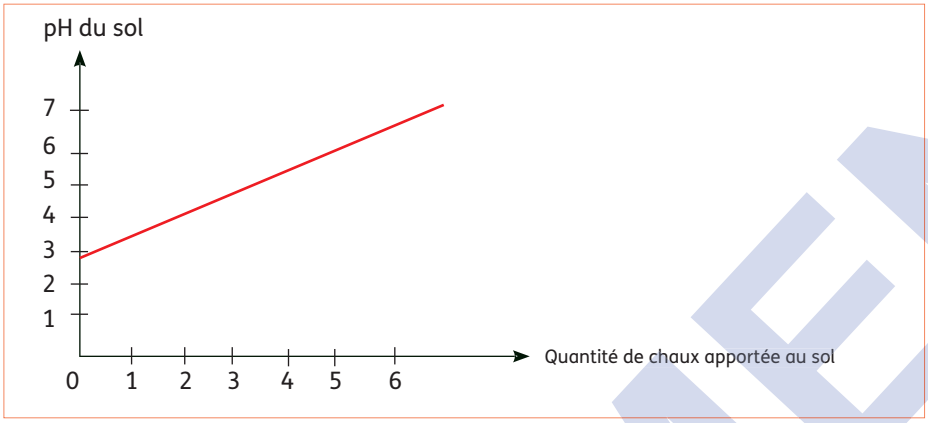
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 67 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercices d'approfondissement

Exercice 1

Pendant la préparation de l'examen du baccalauréat, des élèves, membres de ton groupe de travail font des recherches à la bibliothèque de l'établissement. Ils découvrent dans un manuel de pédologie le graphe du document ci-dessous traduisant les résultats d'une expérience réalisée sur un sol en vue d'améliorer sa fertilité en y apportant une substance.



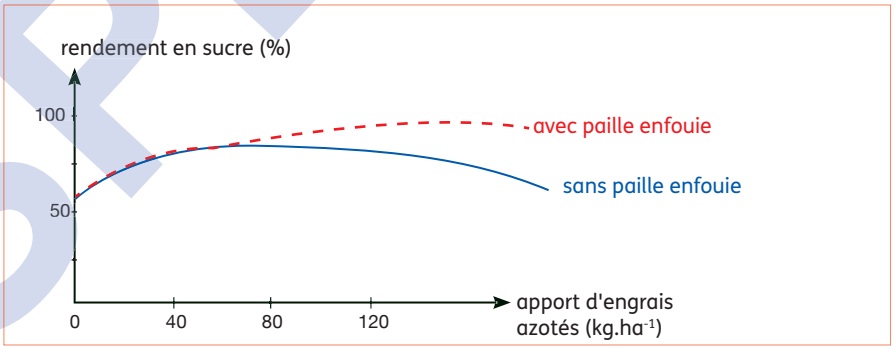
Document : Courbe d'évolution de pH en fonction de la teneur en chaux

Tu es sollicité(e) pour conduire l'exploitation des résultats de ces expériences.

1. Nomme la technique culturale utilisée dans cette expérience.
2. Analyse les résultats obtenus.
3. Explique l'effet de l'utilisation de la chaux sur le sol.
4. Déduis le type de sol sur lequel l'usage de la chaux est conseillé pour améliorer sa fertilité.

Exercice 2

Au cours de la préparation d'un devoir de niveau, ton camarade de classe découvre, dans un manuel de pédologie, lors de ses recherches à la bibliothèque de l'établissement, le document ci-dessous présentant les résultats d'une expérience réalisée sur deux sols. L'un contient de la paille enfouie et l'autre, n'en contient pas. Sur chaque sol, des doses croissantes d'engrais azotés sont apportées.



Document

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 68 27/02/2025 16:54

Tu trouves ce support intéressant et tu te joins à ton camarade pour l'exploiter ensemble.

1. Analyse les courbes.
2. Interprète-les.
3. Dégage l'importance de la paille enfouie pour les cultures de canne à sucre.

Exercice 3

Pendant, les grandes vacances scolaires, tu te rends chez ton oncle, un ancien élève de 1ere D, paysan dans un campement du centre de la Côte d'Ivoire. Ce dernier t'informe que sa production est en baisse depuis quelques années malgré les doses d'engrais importantes qu'il apporte. Le document ci-dessous résume les doses d'engrais chimiques appliquées et les rendements obtenus.

Doses d'engrais chimique appliquées en kg/ha	30	50	100	150	180	200	250	300
Rendements en quintaux/ha	35	45	74	80	85,5	76	56	30

Document

Soucieux de comprendre l'évolution du rendement de sa culture, ton oncle sollicite ton aide.

1. Analyse les résultats du tableau.
2. Explique à ton oncle l'évolution du rendement de son champ.
3. Déduis ce que représente la dose de 180 kg/ha.

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 69 27/02/2025 16:54

Approfondissement des connaissances

• Le calcium et le magnésium

Dans le sol, le calcium passe sous la forme « échangeable », dans laquelle les ions Ca^{2+} circulent continuellement de la solution du sol au complexe adsorbant et du complexe à la solution.
C'est sous cette forme que le calcium exerce ses multiples actions, qu'il tient son rôle d'aliment pour les plantes et les animaux qui l'absorbent, et l'amendement pour le sol qui le fixe.
Le magnésium quant à lui, également sous une forme « échangeable », joue des rôles parallèles à ceux du calcium, rôle d'aliment et d'amendement, différents mais associés étroitement à ceux du calcium.
Les plantes ont besoin de calcium pour la neutralisation de leurs acides organiques. Sa présence dans leurs tissus accroît leur résistance, permet un développement normal du système radiculaire et améliore la maturation des fruits et des graines.
Les plantes ont aussi besoin de magnésium. Constituant de la chlorophylle, dont elle est le seul élément métallique, son insuffisance se traduit par la chlorose, ou jaunissement du feuillage. Mais le magnésium chlorophyllien ne représente que 10% du magnésium du végétal. Cet élément a bien d'autres rôles. Le magnésium participe à la synthèse de la protéine cellulaire, favorise la migration du phosphore dans la plante, et plus particulièrement vers la graine, où phosphore et magnésium entrent dans la constitution de certaines combinaisons phosphorées comme la phytine. Il favorise aussi la fécondation et la formation des fruits et des graines, élève la teneur des végétaux en vitamines A et C, augmente enfin, la turgescence des tissus.

• Les amendements calcaires

AMENDEMENTS CALCAIRES	MODE D'ACTION	CONSÉQUENCES
Carbonate de calcium ($CaCO_3$)	Le carbonate de calcium des calcaires broyés est attaqué par l'eau chargée de gaz carbonique et par les acides du sol, et transformé en bicarbonate de calcium soluble : $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(CO_3H)_2$ Le $Ca(CO_3H)_2$ convient aux sols légers et en général aux chaulages d'entretien des calcaires broyés. Il se dissocie en Ca^{++} qui se fixe sur le complexe argilo-humique en échange des ions H^+ et en $2CO_3H^-$ qui se combinent aux ions H^+ libérés pour redonner de l'acide carbonique (acide faible) qui attaque de nouvelles quantités de calcaires.	La présence de résidu acide fait que le pH s'élève moins vite que dans le cas d'un apport de chaux.
Sulfate de calcium ($CaSO_4$)	Dans la solution du sol le ($CaSO_4$) libère des ions Ca^{++} qui se fixent sur le complexe argilo-humique en échange des ions H^+.	L'acide sulfurique (acide fort) s'oppose à l'élévation du pH : le sol est enrichi en calcium, mais son pH reste pratiquement inchangé.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 70 27/02/2025 16:54

• Les engrais minéraux

Il est aujourd'hui très difficile dans l'agriculture d'obtenir de bons rendements sans ajouts d'engrais, qu'ils soient chimiques ou organiques. Fertilisants, ils permettent de résister aux maladies et de renforcer la croissance des végétaux. Les engrais chimiques sont les plus utilisés pour leur pouvoir de rentabilité et leurs prix, mais ils sont aussi dangereux pour l'environnement si leur utilisation n'est pas optimisée.

Engrais chimique

Les engrais chimiques ou engrais minéraux sont des fertilisants qui sont déversés sur les cultures le plus souvent par épandage. Ils sont destinés à améliorer la quantité et la qualité des rendements agricoles, horticoles et sylvicoles.

Les engrais minéraux azotés sont issus de l'oxydation de l'ammoniac par combustion, afin d'en distiller le dioxyde d'azote formé en acide nitrique. La réaction entre acide nitrique et ammoniac donne du nitrate d'ammonium qui lui-même transformé deviendra l'ammonitrate.

Les engrais phosphatés sont fabriqués à base de phosphates extraits de gisements naturels, auxquels est associé soit de l'acide sulfurique (soufre) pour donner le superphosphate simple, soit de l'acide phosphorique pour obtenir le superphosphate triple.

Pour la fabrication des engrais potassiques, il s'agira d'associer un produit naturel de départ extrait des gisements, comme la carnallite, la sylvinite ou encore la kaïnite, à un produit réactif type acide sulfurique afin d'acquérir le chlorure ou le sulfate de potassium.

Les engrais chimiques dans l'agriculture peuvent être simples ou composés.

Les engrais simples sont souvent de la famille des engrais NPK (Azote-Potassium-Potassium) mais ils peuvent aussi être à base de calcium (Ca), de magnésium (Mg) ou de soufre (S).

Les engrais composés sont généralement des engrais NPK à deux (binaire) ou trois (ternaire) éléments.

Chacun de ces engrais aura des effets plus ou moins efficaces selon les situations et les plantations. L'azote a un effet bénéfique pour le développement de la partie supérieure des végétaux, le phosphore fortifie les racines et favorise la résistance aux maladies tandis que la potasse va stimuler la croissance des fleurs et des fruits.

L'ajout d'oligoéléments est primordial pour compléter les effets de chacun de ces engrais chimiques.

SPECIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 71 27/02/2025 16:54

Approfondissement des connaissances

• **Techniques d'amélioration des sols**

Techniques	Méthodes	Intérêt
Irrigation	Apport d'eau au sol par des canalisations ou chenaux dérivant de cours d'eau, par aspersion, par sillons, par déversement.	Enrichissement du sol en eau.
Drainage	Évacuation de l'excès d'eau du sol par des canalisations et collecteur enterrés.	Régulation de l'humidité.
Labour	Retournement du sol à l'aide d'outils à dents, à disques ou à lames (charrue, daba).	- Régulation de l'aération du sol - Ameublissement - Enfouissement de substances qui sont à la surface.

gerble.fr

SPÉCIMEN

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 72 27/02/2025 16:54

Thème 3

LA COMMUNICATION DANS L'ORGANISME

SPÉCIMEN

Leçon 1

Le réflexe conditionnel

Situation d'apprentissage

Un élève en classe de Terminale D, donne à manger à son chien chaque jour dans une assiette jaune. Deux mois après, il se rend compte que, son chien se met à saliver dès qu'il le voit avec l'assiette jaune. Pour comprendre le comportement du chien, cet élève informe ses camarades de classe et sous la conduite de leur professeur des SVT, ils décident alors d'identifier les conditions de la mise en place de ce comportement et d'expliquer ses caractéristiques.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 74 27/02/2025 16:54

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Identifier	les conditions de la mise en place d'un réflexe acquis ou conditionnel.
Décrire	la mise en place du réflexe acquis ou conditionnel.
Expliquer	le trajet de l'influx nerveux dans le cas d'un réflexe acquis.
Déduire	la notion de réflexe acquis ou conditionnel.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1 Identifier les conditions de la mise en place d'un réflexe acquis ou conditionnel

Expérience de Pavlov

Pavlov étudiait la salivation des chiens en réponse à la présentation de nourriture. Pour cela, il effectuait une légère entaille dans la joue du chien pour recueillir la salive, puis leur donnait de la viande. Il remarqua assez rapidement que le chien salivait sans qu'on lui présentât de nourriture, lorsqu'il voyait l'endroit où il mangeait ainsi que l'expérimentateur qui lui remettait la nourriture.

La célèbre expérience de Pavlov consiste dans un premier temps à donner de la nourriture à un chien. Puis, on ajoute un son au moment ou l'on présente la nourriture au chien. Cette étape est répétée plusieurs fois. Enfin, on continue d'actionner le son mais cette fois aucune nourriture n'est donnée.

Condition expérimentale

Pavlov utilise le dispositif expérimental présenté ci-dessous :

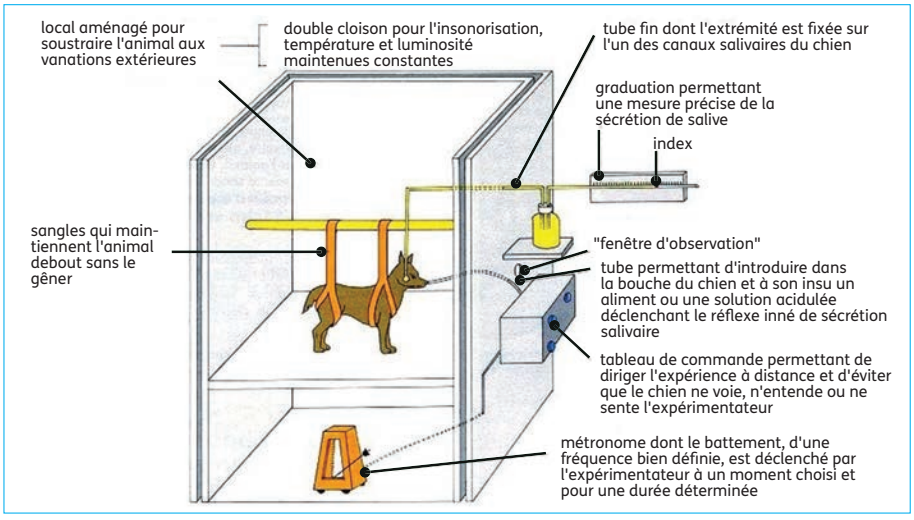


Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 75 27/02/2025 16:54

Protocole expérimental

À un chien muni d'une fistule salivaire, Pavlov fait entendre le son du métronome puis lui donne de la viande à manger. Il observe une sécrétion salivaire. Pendant plusieurs jours de suite, l'administration de la nourriture est précédée du son du métronome. Pavlov soumet par la suite le chien au son du métronome sans lui donner à manger, il observe une sécrétion salivaire.

Différentes phases de mise en place d'un réflexe conditionnel

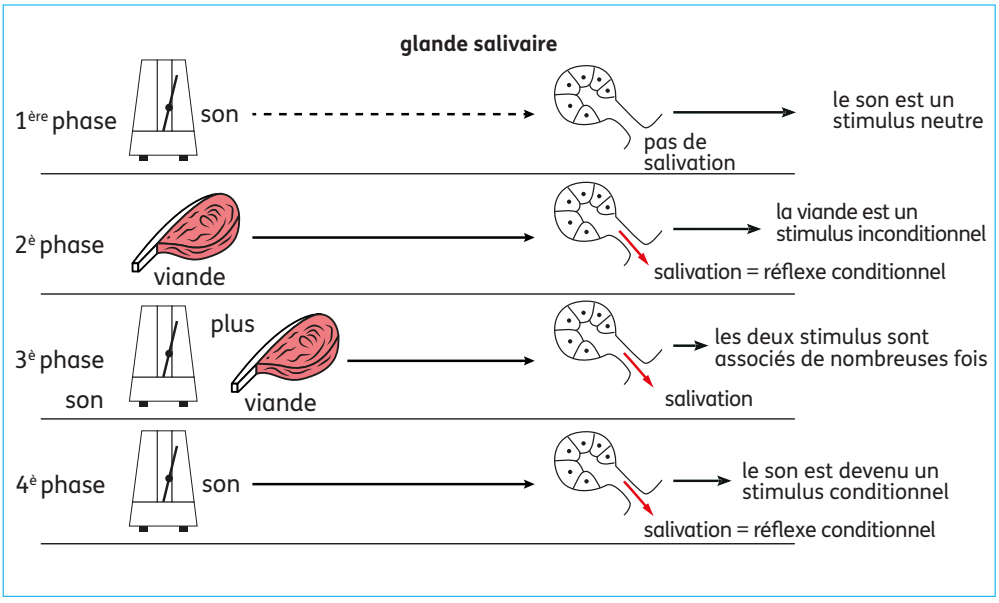


Figure 2 : Schémas des différentes phases de la mise en place d'un réflexe conditionnel

- Analyse les résultats de l'expérience de Pavlov.
- Déduis les conditions de mise en place d'un réflexe conditionnel.

Synthèse

Lorsqu'on fait entendre le son du métronome au chien, il ne salive pas. Le son du métronome ne provoque pas la salivation chez le chien car il est un **stimulus neutre**. Lorsqu'on donne de la viande au chien, il salive. la salivation est provoquée par la viande car elle représente un **stimulus absolu**. La réaction de salivation obtenue est un **réflexe inné**.

Lorsqu'on déclenche le son du métronome et qu'on donne par la suite de la viande au chien, ce dernier salive car la viande est un stimulus absolu.

L'association répétée du stimulus neutre et du stimulus absolu représente le conditionnement du chien. Le son du métronome, à lui seul, peut déclencher la sécrétion salivaire. Le signal sonore est alors appelé **stimulus conditionnel** et la réponse comportementale obtenue est un **réflexe conditionnel**.

Le réflexe conditionnel est une réaction provoquée chez un sujet après l'avoir conditionné à réagir à un stimulus.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 76 27/02/2025 16:54

Synthèse

Ce réflexe se réalise dans des conditions précises :

- Le réflexe conditionnel ne s'installe que si le stimulus neutre **précède** le stimulus absolu (avec un écart de 30 secondes à 3 minutes).
- Le **réflexe conditionnel** se met en place par une association régulière de deux stimuli (apprentissage).
- L'animal doit être isolé pour éviter de le distraire.
- Le réflexe conditionnel doit être entretenu sinon il s'éteint (disparaît).

Exercice de fixation

Les étapes ci-dessous données dans le désordre, se rapportent à la mise en place du réflexe acquis de salivation.

1. L'expérimentateur fait entendre le son du métronome.
2. À plusieurs reprises avant de donner la viande au chien, l'expérimentateur lui fait entendre le même son du métronome.
3. L'expérimentateur donne un morceau de viande au chien.
4. L'expérimentateur fait entendre à nouveau au chien le son du métronome.
5. À plusieurs reprises, l'expérimentateur fait entendre au chien le son du métronome sans lui donner la viande.

Range ces étapes dans l'ordre du déroulement de l'expérience, en utilisant les chiffres.

Activité 2 Expliquer la mise en place du réflexe acquis ou conditionnel

Les expériences ci-dessous se rapportent au conditionnement de la salivation chez le chien :

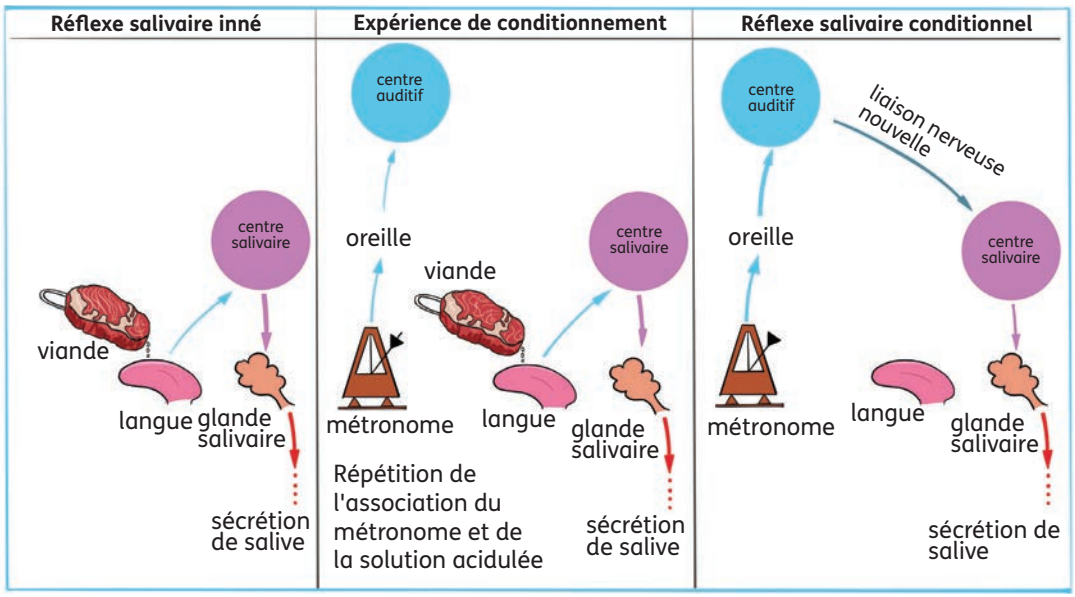


Figure 3 : Étapes de la mise en place du réflexe conditionnel

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 77 27/02/2025 16:54

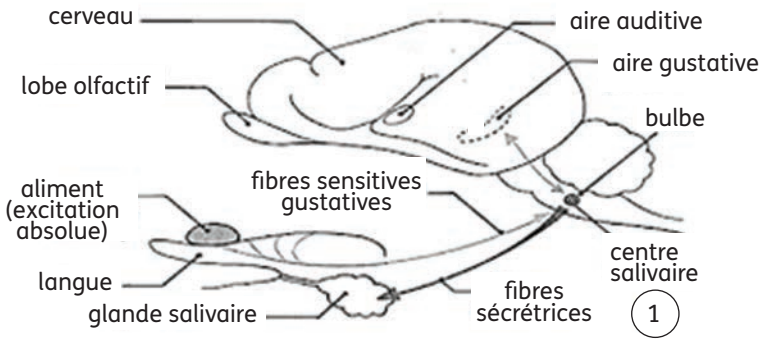


Figure 4 : Schéma de l'arc réflexe inné de salivation

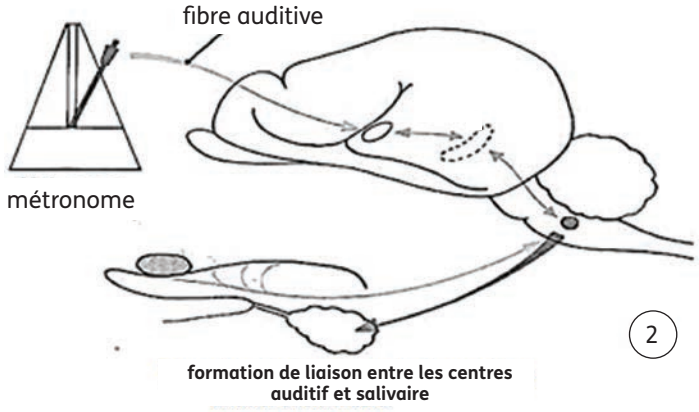


Figure 5 : Mise en place du réflexe acquis de salivation

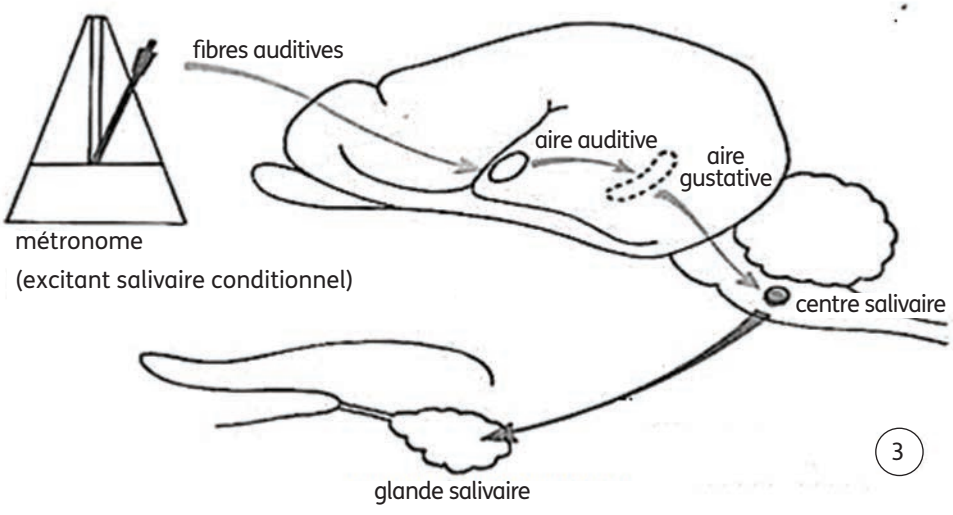


Figure 6 : Schéma de l'arc réflexe conditionnel de salivation

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 78 27/02/2025 16:54

- Observe attentivement les figures 3 à 6.
- Analyse les expériences ci-dessus.
- Explique la mise en place d'un réflexe conditionnel.
- Déduis les organes qui interviennent dans un réflexe conditionnel.
- Schématise le trajet de l'influx nerveux dans le cas d'un réflexe conditionnel.

Synthèse

La stimulation de la langue par les aliments entraîne une excitation et crée des influx nerveux sensitifs qui parviennent au centre bulbaire par des fibres gustatives. Le centre réflexe bulbaire en relation avec l'aire gustative transforme l'influx nerveux sensitif en influx moteur. Cet influx moteur agit sur les glandes salivaires, à travers les fibres sécrétrices. Les glandes salivaires sécrètent alors la salive : c'est le réflexe inné de salivation. Des liaisons nerveuses se créent entre les centres auditifs et salivaires lors de l'association répétée du métronome (stimulus neutre) et de l'aliment (stimulus absolu). Le son du métronome seul provoque alors la salivation. En effet, de nouvelles liaisons nerveuses se sont créées entre le centre auditif (aire corticale auditive) et le centre salivaire (aire corticale gustative) rendant le stimulus auditif actif et efficace pour provoquer la salivation : on parle alors de réflexe conditionnel. Pour se maintenir, le réflexe conditionnel doit être entretenu par une association régulière des deux stimuli au risque de s'éteindre. L'extinction du réflexe conditionnel est due à la disparition de la nouvelle nerveuse bulbaire créée. On dit que cette nouvelle liaison est éphémère. Les structures cérébrales qui interviennent dans la mise en place d'un réflexe conditionnel salivaire sont : le récepteur (l'oreille interne) ; le conducteur sensitif (nerf auditif) ; le centre nerveux (les hémisphères cérébraux et le bulbe rachidien) ; le conducteur moteur (les fibres sécrétrices) et l'effecteur (les glandes salivaires).

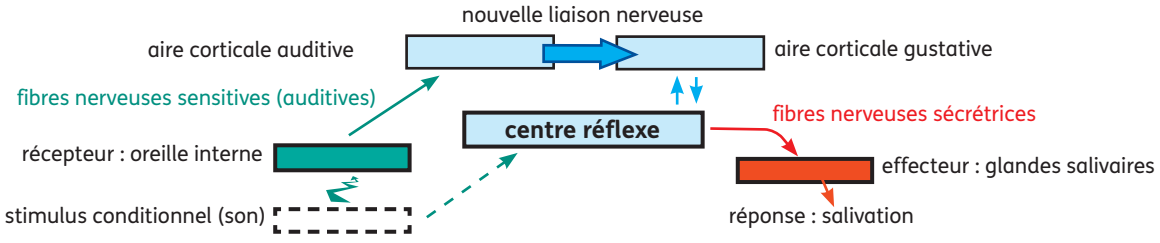


Figure 7 : Schéma du trajet de l'influx nerveux dans le cas du réflexe conditionnel de salivation

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la mise en place du réflexe acquis.

1. L'excitant conditionnel doit être bien déterminé pour la mise en place d'un réflexe acquis.
2. Le réflexe conditionnel ne fait pas intervenir l'activité cérébrale.
3. La mise en place du réflexe acquis nécessite une phase d'apprentissage.
4. La mise en place du réflexe acquis nécessite la création d'une nouvelle liaison nerveuse.
5. Le stimulus absolu précède toujours le stimulus neutre dans la mise en place du réflexe acquis.

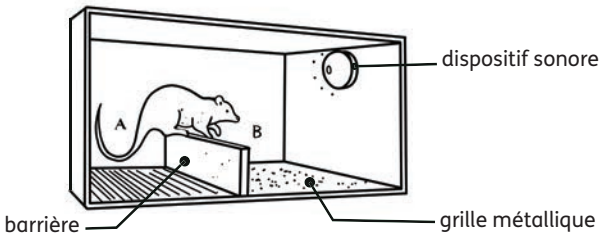
Réponds par "Vrai" ou par "Faux" à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 79 27/02/2025 16:54

APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

Dans le cadre de la préparation du devoir de niveau sur les réflexes, ton voisin de classe découvre dans un manuel l'expérience ci-dessous et ses résultats :
« Un expérimentateur dépose une rate adulte dans une cage composée de deux compartiments identiques A et B, séparés par une barrière et muni d'un dispositif sonore. Le fond de la cage est formé par une grille métallique comme l'indique le document ci-dessous.



Document

L'expérimentateur peut appliquer une décharge électrique de faible intensité sur la patte postérieure des rates, à l'aide du plancher du compartiment où elles se trouvent. Il réalise l'expérience selon les phases suivantes :

Phase 1 : Une rate A reçoit sur la patte postérieure, la décharge électrique dans le compartiment où elle se trouve. Elle saute et franchit la barrière pour se retrouver dans l'autre compartiment pour se mettre en sécurité.

Phase 2 : L'expérimentateur fait écouter le son d'un métronome de fréquence 1000 hertz à la rate A qui reçoit une décharge électrique dans les 5 secondes qui suivent l'application du son. Elle saute dans le compartiment sécurisé.

Phase 3 : La phase 2 est répétée plusieurs fois, la rate A saute dès l'écoute du son de fréquence 1000 hertz.

Phase 4 : Une rate B subit l'ablation des hémisphères cérébraux puis est conditionnée à sauter dans l'autre compartiment quand elle écoute un son d'une fréquence 1000 hertz. On n'observe ensuite aucune réaction de l'animal à la seule application du son de fréquence 1000 hertz. »

Ton voisin qui éprouve des difficultés à exploiter les résultats de cette expérience te sollicite.

1. Nomme les réactions de la rate A observées dans les phases 1 et 3.
2. Analyse les résultats de l'expérience.
3. Interprète-les.
4. Schématise le trajet de l'influx nerveux dans la réaction observée dans la phase 3.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 80 27/02/2025 16:54

Corrigé

1. Nom des réactions observées
Phase 1 : La réaction est un réflexe inné.
Phase 2 : La réaction est un réflexe conditionnel ou acquis

2. Analyse des résultats de chaque expérience
Phase 1 : La rate A saute dans l'autre compartiment, à l'application de la décharge électrique.
Phase 2 : La rate A saute dans l'autre compartiment, à l'application du son puis de la décharge électrique.
Phase 3 : La rate A saute dans l'autre compartiment à l'application du son seul, à la suite de l'association des deux stimuli plusieurs fois.
Phase 4 : La rate B privée d'hémisphères cérébraux, ne saute pas dans l'autre compartiment, à l'application du son seul ou à la suite de l'association de deux stimuli plusieurs fois.

3. Interprétation des résultats
Phase 1 : La rate A saute dans l'autre compartiment à l'application de la décharge électrique car la décharge électrique est un stimulus absolu qui crée un influx nerveux transmis au muscle via la moelle épinière. En se contractant, le muscle permet à la rate A de sauter : c'est un réflexe inné.
Phase 2 : La rate saute après association du son et de la décharge électrique parce qu'une nouvelle liaison nerveuse fonctionnelle s'est établie progressivement entre l'aire corticale auditive et l'aire corticale motrice à la suite de l'apprentissage.
Phase 3 : La rate A saute dans l'autre compartiment à l'application du son seul car la nouvelle liaison nerveuse fonctionnelle établie entre l'aire corticale auditive et l'aire corticale motrice fait du son un stimulus conditionnel.

Méthode

S'appuyer sur le stimulus à l'origine de la réaction.
Phase 1 : Une décharge électrique.
Phase 2 : Le son de la fréquence 1000 hertz.

Relever les différents résultats obtenus dans chaque expérience. Il faut également identifier les actions à la base de ces résultats et mettre en relation les deux éléments.

Expliquer dans chaque cas, le phénomène physiologique qui est à l'origine de la réaction obtenue. Il faut également identifier les différents centres nerveux qui interviennent dans un mouvement réflexe inné ou conditionnel et quel est leur rôle dans la réalisation d'un mouvement réflexe.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 81 27/02/2025 16:54

Phase 4 : La rate B privée d'hémisphères cérébraux ne saute pas dans l'autre compartiment à l'application du son seul car les différentes aires étant détruites, aucune nouvelle liaison nerveuse fonctionnelle ne peut s'établir.

4. Schématisation du trajet de l'Influx nerveux.

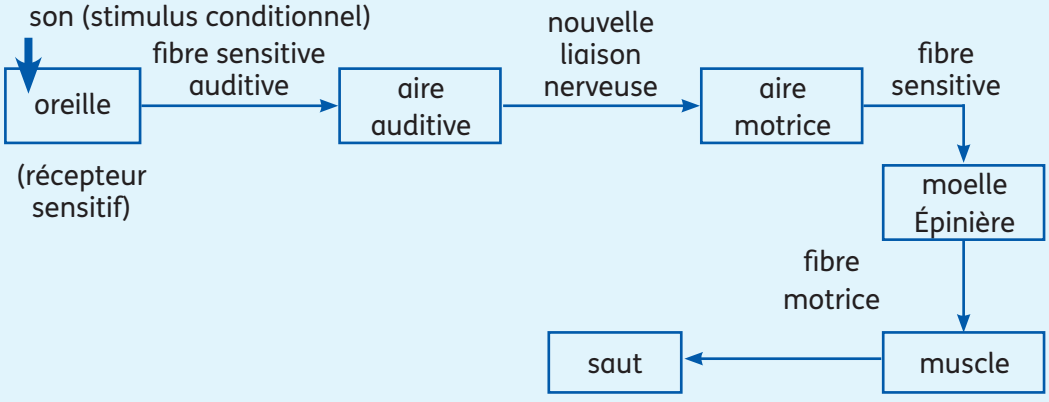


SCHÉMA DU TRAJET DE L'INFLUX NERVEUX DANS UN RÉFLEXE CONDITIONNEL (réaction)

Pour la schématisation, il faut d'abord identifier le récepteur et l'effecteur qui interviennent dans la réaction, ensuite les différents centres nerveux, les différents conducteurs qui assurent les liaisons nerveuses, enfin, il faut les relier.

Exercice 2

Pendant la séance de régulation sur le réflexe conditionnel, ton professeur des SVT met à la disposition de la classe l'expérience suivante réalisée par des biologistes pour nourrir des singes pendant les vols dans un satellite envoyé dans l'espace. « À l'aide d'un dispositif approprié disposé dans la cabine peu éclairée du satellite, ils amènent le singe à appuyer sur une trappe qui s'ouvre pour libérer l'aliment dès qu'il l'aperçoit. Ils décident ensuite d'amener le singe à appuyer sur la trappe à la vue de la lumière émise par une lampe de 8 watts ». Les temps mis par le singe pour appuyer sur la trappe pour s'alimenter sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Essais	**Série 1 :** vue de l'aliment	**Série 2 :** vue de la lumière seule	**Série 3 :** vue de la lumière + aliment	**Série 4 :** vue de la lumière seule
1	11s	∞	15 s	5 s
2	5 s	∞	15 s	5 s
3	5 s	∞	10 s	5 s
4	6 s	∞	10 s	4 s
5	7 s	∞	7 s	3 s

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 82 27/02/2025 16:54

6	3 s	∞	6 s	3 s
7	4 s	∞	5 s	2 s
8	3 s	∞	5 s	2 s

N.B : Le signe ∞ indique un temps infini.

Ton professeur te désigne pour expliquer les résultats de cette expérience à la classe.

1. Indique les types de stimuli utilisés dans chaque série.
2. Nomme les réactions observées dans les séries 1 et 4.
3. Analyse les résultats de l'expérience.
4. Interprète les résultats de l'expérience.

Corrigé

1. Types de stimuli utilisés

Série 1 : stimulus absolu (aliment) ; Série 4 : stimulus conditionnel (lumière).

2. Noms des réactions observées

- Série 1 : La réaction de la série 1 est un réflexe inné.
- Série 4 : La réaction de la série 4 est un réflexe conditionnel acquis.

3. Analyse des résultats de l'expérience

Série 1 : Au cours des essais successifs, le singe appuie sur la trappe à la vue de l'aliment avec des délais de plus en plus courts.

Série 2 : Au cours des essais successifs, le singe n'appuie jamais sur la trappe à la vue de la lumière seule.

Série 3 : Au cours des essais successifs, le singe appuie sur la trappe à la vue de la lumière associée à l'aliment avec des délais de plus en plus court.

Série 4 : Au cours des essais successifs, le singe appuie sur la trappe à la vue de la lumière seule avec des délais de plus en plus courts que dans la série 3 précédente.

4. Interprétation

Dans la série 1, le singe appuie chaque fois sur la trappe à la vue de l'aliment car l'aliment est un stimulus absolu qui crée

Méthode

Lire attentivement l'énoncé.
Relever les stimuli utilisés.

S'appuyer sur la nature du stimulus utilisé.

Relever le comportement du singe au cours des différents essais.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 83 27/02/2025 16:54

un influx nerveux transmis au muscle via la moelle épinière. En se contractant, le muscle permet au singe d'appuyer sur la trappe : c'est un réflexe inné.
Dans la série 2, le singe n'appuie jamais sur la trappe à la vue de la lumière seule car la lumière est un stimulus neutre. Par conséquent, elle ne provoque aucune réaction réflexe chez l'animal.
Dans la série 3, le singe appuie sur la trappe car en associant à plusieurs reprises l'aliment à la lumière, une nouvelle liaison nerveuse fonctionnelle s'est établie progressivement entre l'aire corticale visuelle et l'aire corticale motrice.
Dans la série 4, le singe appuie sur la trappe à la vue de la lumière seule car la nouvelle liaison nerveuse fonctionnelle établie entre l'aire corticale visuelle et l'aire corticale motrice fait de la lumière d'un stimulus conditionnel. L'influx nerveux né de l'excitation par la lumière, atteint le muscle de la patte en passant par l'aire corticale visuelle, l'aire corticale motrice et la moelle épinière. En se contractant, le muscle permet au singe d'effectuer le mouvement.

Expliquer dans chaque série le phénomène physiologique qui est à l'origine de la réaction obtenue. Il faut également identifier les différents centres nerveux qui interviennent dans un mouvement réflexe inné ou conditionnel et quel est leur rôle dans la réalisation du mouvement réflexe observé.

Résumé de cours

Le réflexe conditionnel est un acte involontaire et automatique. C'est une réponse acquise et fixée sous l'influence d'un excitant nouveau qui se superpose à l'excitant primitif et qui s'y substitue par la suite. La mise en place du réflexe conditionnel nécessite une liaison nerveuse temporaire établie au cours de la vie individuelle entre les centres nerveux intervenants dans le mouvement. Lorsque le mouvement réflexe conditionnel n'est pas entretenu, il diminue et disparaît. Dans certains cas, c'est un acte spontané qui va déclencher un comportement nouveau chez l'Homme.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 84 27/02/2025 16:54

Exercices de renforcement

Exercice 1

Les séries de propositions ci-dessous sont relatives au réflexe conditionnel.

1. Le réflexe conditionnel n'est pas immuable car :

a) il ne se produit pas de la même façon chez tout le monde ;
b) il disparaît avec le temps ;
c) il est inné.

2. Le stimulus absolu :

a) doit être utilisé avant le stimulus neutre ;
b) permet d'intéresser le sujet lors de l'apprentissage ;
c) déclenche un réflexe conditionnel.

3. Le centre nerveux impliqué dans un réflexe conditionnel est :

a) l'encéphale ;
b) le bulbe rachidien ;
c) la moelle épinière.

Relève dans chaque série, la ou (les) proposition(s) exacte(s), en utilisant les chiffres et les lettres.

Exercice 2

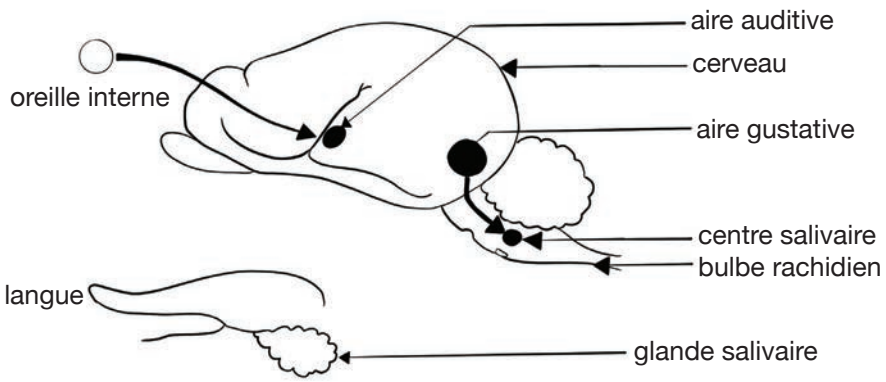
Les organes ci-dessous interviennent dans les réactions réflexes :

1. Aire auditive
2. Fibres nerveuses auditives
3. Langue
4. Bulbe rachidien
5. Aire gustative
6. Moelle épinière
7. Aire motrice.

Relève ceux qui sont indispensables dans la mise en place du réflexe acquis de salivation, en utilisant les chiffres.

Exercice 3

Le schéma incomplet ci-dessous est relatif au réflexe acquis de salivation déclenché par un son.



Complète le schéma pour qu'il soit fonctionnel, après avoir reproduit les organes existants.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 85 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercice 4

Les structures ci-dessous participent au trajet de l'influx nerveux dans le cas du réflexe conditionnel de salivation de Pavlov.

1. bulbe rachidien ;
2. aire corticale gustative ;
3. neurone moteur ;
4. oreille interne ;
5. neurone sensitif ;
6. nouvelle liaison nerveuse ;
7. aire corticale auditive ;
8. neurone d'association.
9. glande salivaire.
10. cerveau.

Range-les dans le tableau ci-dessous, après l'avoir reproduit.

Récepteur	Centre nerveux	Structure nerveuse	Effecteur

Exercice 5

Le texte lacunaire ci-dessous relatif au trajet de l'influx nerveux dans le réflexe conditionnel de salivation.

Le contact de la viande avec la langue entraîne une excitation et crée des influx nerveux ...**1**... qui parviennent au ...**2**... par des fibres gustatives. Le centre réflexe bulbaire en relation avec l'aire ...**3**... transforme l'influx nerveux sensitif en ...**4**... . Cet influx agit sur le centre ...**5**... , à travers les fibres sécrétrices, les glandes salivaires qui se mettent à saliver, c'est le ....**6**..... de salivation. Des liaisons ...**7**... se créent entre les centres auditifs et salivaires lors de l'association répétée du métronome : stimulus neutre et de l'aliment : stimulus ...**8**... . Le métronome seul provoque la ...**9**... .

Complète le texte avec des mots et des groupes mots qui conviennent, en utilisant les chiffres.

Exercices d'approfondissement

Exercice 1

Tu fais partie d'un groupe d'élèves de Terminale D qui, sous la conduite de votre professeur des SVT, est chargé de conduire une expérience sur un chien conditionné à saliver quand il entend un son de fréquence 1000 Hertz (HZ). Toutes les (15) quinze minutes, vous lui faites entendre un son dont la fréquence est indiquée dans le tableau ci-dessous de même que le volume de salive recueillie.

Heure	Fréquence du son(HZ)	Gouttes de salive recueillies
14h	1000	18
14h15	1012	00
14h30	1000	18
14h45	1000	18
15h	1012	00
15h15	1020	00
15h30	1000	18
15h45	1000	18

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 86 27/02/2025 16:54

Tu es désigné(e) par votre professeur pour présenter les résultats de vos travaux.

1. Indique ce que représente le son de 1000 HZ, avant et après le conditionnement.
2. Analyse les résultats du tableau.
3. Interprète les résultats.
4. Déduis la caractéristique importante du réflexe conditionnel mise en évidence dans cette expérience.

Exercice 2

Au cours d'une séance de la leçon relative au réflexe conditionnel, votre professeur des SVT vous présente une expérience réalisée sur un rat par David Wied.

Ce dernier décrit ainsi l'expérience réalisée sur un rat enfermé dans une boîte spéciale : « Cet appareil se compose de deux compartiments identiques séparés par une barrière de 5 cm de hauteur. Le plancher de la cage est formé par une grille sur laquelle le rat est placé. Par l'intermédiaire des barreaux de cette grille, un choc électrique peut être délivré aux pattes de l'animal et à l'aide d'un métronome, on peut faire entendre au rat un signal sonore. Pendant 5 secondes, le signal sonore est présenté au rat. Si dans l'espace de ces 5 secondes l'animal ne saute pas par-dessus la barrière, il y est contraint par un choc électrique présenté du côté de la cage où il se trouve. Une fois l'animal provisoirement en « sécurité » dans l'autre compartiment, il est, peu de temps après remis en présence du signal sonore. Si besoin est, au bout de 4 secondes, on le force de nouveau à sauter par-dessus la barrière. À la longue, le rat apprend dès la présentation du signal sonore à s'échapper dans l'autre compartiment et à éviter ainsi le choc électrique. C'est ce que l'on appelle une réaction d'évitement conditionné. Lorsque le rat est soumis chaque jour à 10 essais séparés par un intervalle moyen d'une minute, il apprend en une quinzaine de jours à exécuter correctement cette réaction d'évitement conditionné. Une fois cette réaction acquise, on continue à faire entendre au rat uniquement le signal sonore.

Les résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Nombre d'essai / Nombre de jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-
21	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NB : + indique un saut du Rat ; - indique l'absence de saut.

Tu es désigné(e) par le professeur pour l'exploitation des résultats obtenus.

1. À partir du texte, précise l'action des stimuli (choc électrique, bruit du métronome et bruit suivi du choc) sur le rat.
2. Analyse les résultats du tableau.
3. Déduis un caractère fondamental du réflexe conditionnel mis en évidence dans cette expérience.
4. Représente par un schéma simple le trajet suivi par l'influx nerveux dans ce réflexe conditionnel.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 87 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercice 3

Afin d'approfondir ses connaissances sur les réflexes conditionnels, un élève de ta classe effectue des recherches à la bibliothèque de son établissement. Il découvre dans un manuel de biologie une expérience réalisée sur un ours :

« On peut dresser l'ours à exécuter certains tours, entre autres à danser. Pour lui donner cette instruction, on le plaçait dans une cage dont le fond était formé de plaques de fer que l'on chauffait. Afin d'échapper à cette chaleur, l'ours se levait sur ses pattes de derrière et commençait à sauter. Puis, on jouait une musique à l'aide d'une flûte suivie d'échauffement des plaques de fer : au bout de quelque temps, cette musique rappelait si bien à l'ours son martyre, qu'en l'entendant, il se mettait à danser comme s'il se trouvait encore sur les plaques chauffées.»

L'élève te demande de l'aider à exploiter les résultats de cette expérience.

1. Précise le stimulus absolu et le stimulus conditionnel.
2. Nomme le type de réaction observée chez l'ours à la fin de l'expérience.
3. Explique la mise en place de cette réaction.
4. Schématise le trajet de l'influx nerveux dans le cas de la réaction observée chez l'ours à la fin de l'expérience.

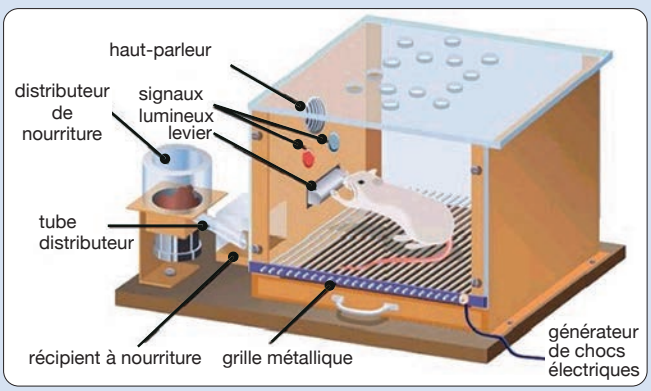
Approfondis tes connaissances

Le conditionnement dit « skinnérien » ou «opérant »

En 1938, Skinner met en évidence un autre type de réflexe acquis. Prenons comme exemple le conditionnement d'un animal qui, en appuyant sur une pédale, reçoit de la nourriture.

Expérience de conditionnement

Un rat est placé dans une enceinte riche en objets divers et qui comprend en particulier un dispositif délivrant des aliments en quantité limitée chaque fois que l'animal appuie sur une pédale. Il arrive **qu'en explorant** sa cage, le chat appuie **accidentellement** sur la pédale et obtienne de la nourriture. Les premières fois, le geste est fait par hasard ; mais très vite, l'action est renouvelée et se produit avec une fréquence de plus en plus grande grâce à l'effet de« **récompense** » que constitue la nourriture obtenue.



Conditions de mise en place du conditionnement « skinnérien »

Le comportement ainsi observé n'a pas de relation avec un réflexe inné préalable ; il n'est pas non plus la réponse à une variation de facteurs de l'environnement. Après plusieurs répétitions, appuyer sur la pédale devient un geste automatique dès que l'animal aperçoit

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 88 27/02/2025 16:54

celle-ci. Ce comportement se poursuit un certain temps même en l'absence de récompense. Pour se maintenir, le conditionnement doit être entretenu par association périodique du renforcement « nourriture » et de l'appui sur la pédale.
Entretenu grâce à un renforcement intermittent, le conditionnement s'améliore jusqu'à réalisation de la cadence la plus élevée possible.
Comme dans le cas du conditionnement de PAVLOV, une liaison nerveuse nouvelle est devenue fonctionnelle entre un récepteur sensoriel (l'œil qui voit la pédale) et l'effecteur (les muscles moteurs de la patte qui appuie sur la pédale).

Caractères de ces deux types de conditionnements (« pavlov » et « skinnérien »)

- Ils sont **acquis, individuels** et **temporaires**.
- **Non entretenus, ils s'atténuent** et **disparaissent**.
- L'un et l'autre conduisent, chez l'animal, à une **réponse stéréotypée**.
- L'un et l'autre nécessitent la **création d'une nouvelle liaison nerveuse fonctionnelle** entre organes récepteurs et effecteurs intervenant dans la réponse conditionnée.

Les liaisons nerveuses nouvelles ainsi créées dans les centres nerveux sont toujours très complexes. Pour certains conditionnements soit de type pavlovien, soit de type skinnérien, le cortex cérébral paraît nécessaire à leur mise en place. Dans d'autres cas, les centres nerveux sous-corticaux suffisent à l'établissement de la réponse conditionnée.
- Lorsque les voies nouvelles sont devenues fonctionnelles, l'activité réflexe se déroule sans effort et même souvent chez l'Homme « sans y penser ».

Ces voies nouvelles, sélectionnées dans les premières phases de l'apprentissage, souvent empruntées par la suite, deviennent progressivement de plus en plus faciles à parcourir par l'influx nerveux et permettent des **comportements automatiques**.
- Dans le cas du conditionnement pavlovien ou **« répondant »**, l'animal subit le milieu, il « répond » à des stimulations issues de l'environnement ; dans le cas du conditionnement skinnérien ou **« opérant »**, l'animal agit sur le milieu, il « opère » une modification de celui-ci, le transforme dans un sens qui lui est favorable grâce au renforcement.

Conditionnement et apprentissage

Alors que le **conditionnement** est une situation expérimentale de laboratoire, précise, limitée, bien définie, l'apprentissage représente l'acquisition réalisée progressivement tout au long de la vie ; difficilement analysable, il est le résultat de multiples conditionnements, certains de type pavlovien, d'autres de type skinnérien. Chez l'animal, à cet apprentissage, peut s'ajouter un **dressage**.

Chez l'Homme, l'apprentissage permet notamment :

- **l'acquisition d'automatismes** (conduite d'une automobile, équilibre sur une bicyclette, gestes de l'écriture ...) ;
- **la mise en place des moyens de communication** entre individus (parole, écriture, lecture ...) ;
- **l'élaboration de « signaux de bonne conduite»** intervenant habituellement dans les rapports sociaux : saluer, dire merci, faire un sourire conventionnel...

Mais, alors que le comportement animal semble pouvoir se réduire pratiquement à une multitude d'apprentissages, un Homme peut décider de ne plus se conformer à certaines règles apprises, manifestant alors un **comportement volontaire** contrôlé par la conscience.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 89 27/02/2025 16:54

Approfondis tes connaissances

Qu'ils soient innés ou le résultat d'un apprentissage, les réflexes sont des réactions involontaires, automatiques, répondant à un stimulus.

Un acte réflexe fait intervenir un récepteur, un centre nerveux, un organe effecteur et les voies nerveuses qui établissent la liaison entre ces différents organes. Dans le réflexe inné, cette liaison est permanente. Dans le réflexe conditionnel, elle est le résultat d'un apprentissage, elle est généralement temporaire.

Le plus souvent, les mouvements réflexes s'enchaînent et donnent naissance a des comportements automatiques tels que la marche ou l'écriture. Ils exigent donc une coordination complexe assurée par le centre réflexe qui intègre toutes les informations qu'il reçoit et organise la réponse.

Il existe un grand nombre de réflexes innés et conditionnels. Les réflexes innés, fixés héréditairement, sont caractéristiques d'une espèce. Ils sont indispensables à la vie de l'individu, assurant aussi bien la locomotion, le maintien de la station debout de la posture, que la protection du corps (protection de l'œil par la fermeture des paupières, gestes de fuite devant un danger...) ou certaines régulations et mouvements vitaux (mouvements cardiaques...).

Les réflexes conditionnels, acquis au cours de l'existence d'un individu, jouent également un rôle considérable : ils permettent l'adaptation au milieu et libèrent le cerveau de certaines tâches.

ressources-psycho.com

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 90 27/02/2025 16:54

Leçon 2

Le fonctionnement du tissu nerveux

Situation d'apprentissage

Au cours d'une activité de jardinage de la coopérative scolaire, un élève de ta classe est piqué par une épine. Immédiatement, il laisse tomber brusquement la daba. Le professeur interrogé attribue cette réaction aux structures nerveuse. Pour comprendre la réaction de leur camarade, les élèves de la classe décident de déterminer la nature du message nerveux, les propriétés des structures nerveuses et d'expliquer la transmission de l'influx nerveux dans l'organisme.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 91 27/02/2025 16:54

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Annoter	- la coupe transversale du nerf ; - le schéma du neurone ; - l'ultrastructure des synapses neuro-neuroniques et neuro-musculaires.
Déterminer	- la nature du message nerveux ; - les propriétés des structures nerveuses.
Expliquer	le fonctionnement d'une synapse.
Réaliser	le schéma explicatif de la transmission synaptique.
Déduire	les notions de : potentiel de membrane ; potentiel d'action ; synapse ; synapse excitatrice et synapse inhibitrice.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1 Déterminer la nature du message nerveux

1-1 Dispositif expérimental

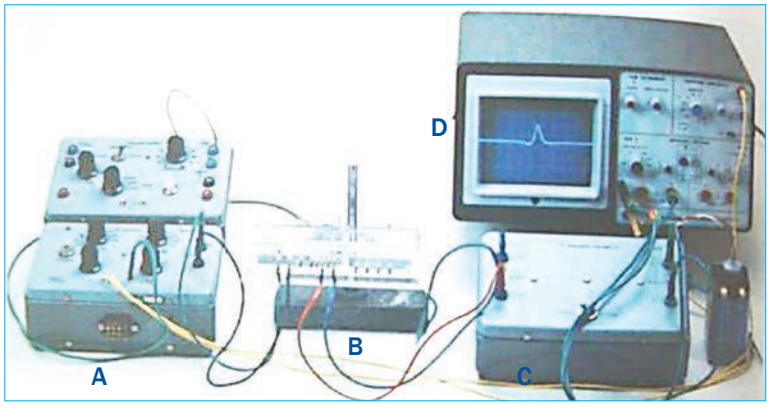
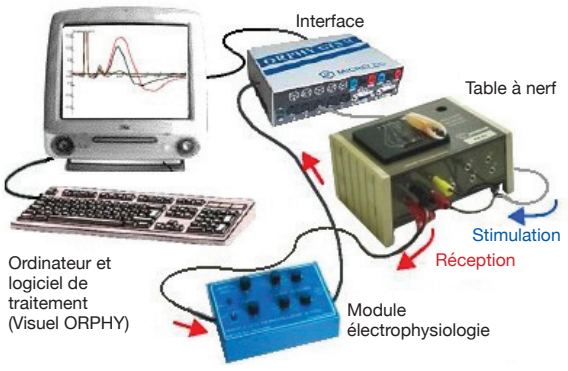


Figure 1 : Dispositif expérimental pour l'enregistrement du message nerveux

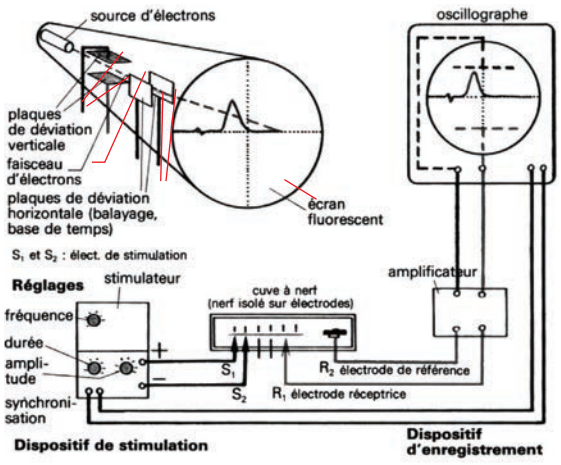
Ce dispositif comprend :
- un stimulateur électrique (A) ;
- un oscilloscope cathodique (D) : appareil d'enregistrement permettant de visualiser la réponse de la structure nerveuse sur l'écran fluorescent ;
- un amplificateur (C) qui a pour rôle d'amplifier la réponse électrique de la structure nerveuse enregistrée par les électrodes réceptrices ;
- une cuve à nerf en plexiglas (B) munie de plusieurs électrodes contenant la structure nerveuse à étudier. Les deux électrodes reliées au circuit d'excitation sont des électrodes excitatrices. Quant à celles reliées à l'oscilloscope cathodique par l'intermédiaire d'un amplificateur sont dites électrodes réceptrices.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 92 27/02/2025 16:54

Une fois le nerf sciatique d'une grenouille disséqué, isolé et placé sur les électrodes d'une cuve à nerf, les réponses à divers types de stimulations électriques peuvent être visualisées sur un écran d'oscilloscope ou avec un système EXAO (Expérimentation Assistée par Ordinateur).



Dispositif d'enregistrement



Principe du fonctionnement de l'oscillographe

Figure 2 : Dispositif d'enregistrement du message nerveux

- Observe les figures 1 et 2.
- Relève les appareils utilisés pour l'enregistrement des messages nerveux.
- Décris le dispositif d'enregistrement du message nerveux.

1-2 Enregistrement du message nerveux

❖ Enregistrement du potentiel de référence et du potentiel de membrane

- En 1, les deux électrodes réceptrices (R_1 et R_2) sont à la surface de la fibre nerveuse, sans stimulation.
- En 2, l'électrode R_2 reste à l'extérieur de la fibre nerveuse et l'électrode R_1 est introduite dans la fibre, sans stimulation.

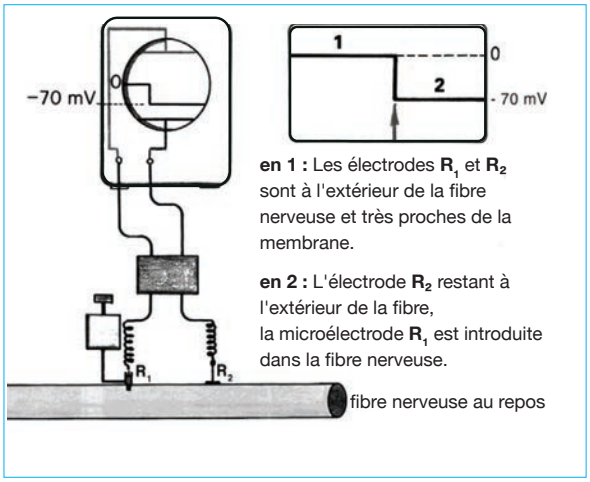


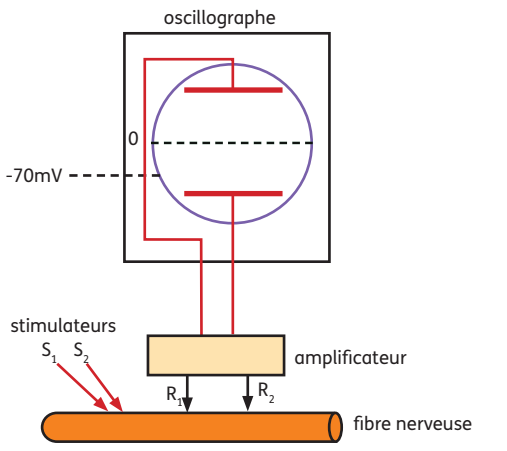
Figure 3 : Enregistrement du potentiel de repos ou potentiel de membrane

- Observe la figure 3.
- Analyse les enregistrements obtenus.
- Interprète-les.

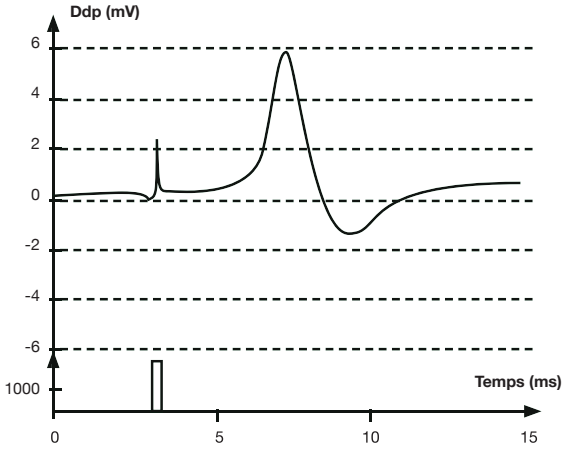
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 93 27/02/2025 16:54

❖ Enregistrement du potentiel d'action

• Les deux électrodes réceptrices (R_1 et R_2) sont à la surface de la fibre nerveuse ; on porte une stimulation efficace en point donné.



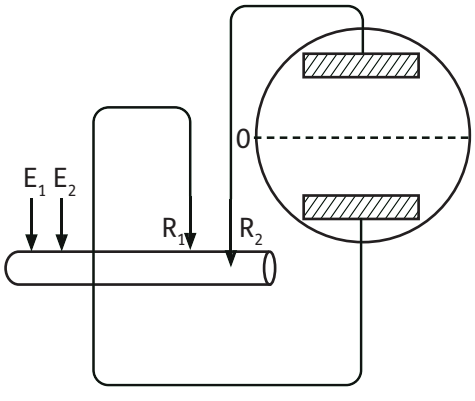
Dispositif de mise en évidence du potentiel d'action



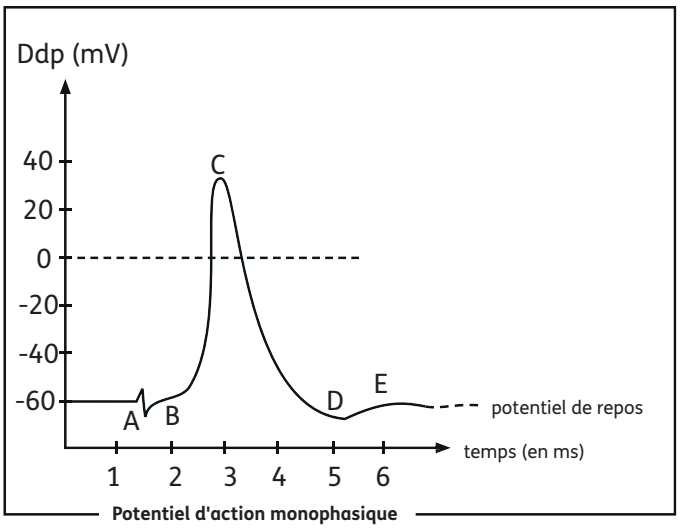
Potentiel d'action diphasique

Figure 4 : Enregistrement du potentiel d'action diphasique

• L'électrode R_1 reste à l'extérieur de la fibre nerveuse et l'électrode R_2 est introduite dans la fibre et on porte une stimulation efficace en un point donné.



Dispositif de mise en évidence du potentiel d'action



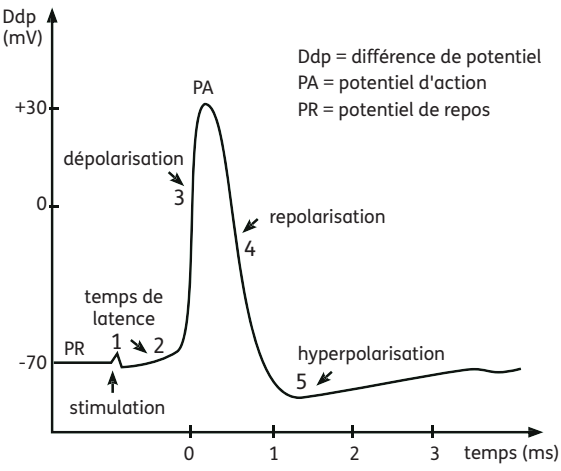
Potentiel d'action monophasique

Figure 5 : Enregistrement du potentiel d'action monophasique

1-3 Interprétation du message nerveux

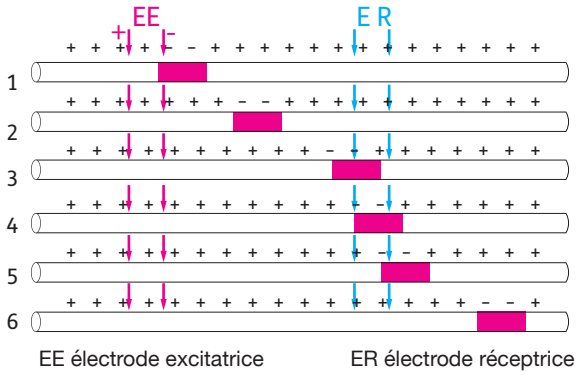
❖ Interprétation électrique du potentiel de repos et du potentiel d'action

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 94 27/02/2025 16:54



Interprétation de l'onde de négativité

Lors du passage du message nerveux, le potentiel de membrane passe brusquement de -70 mV à +30 mV. Ce changement brusque (qui dure 1 millième de seconde) est appelé **potentiel d'action**



Potentiel d'action : interprétation électrique

Figure 6 : Interprétation électrique du potentiel d'action

- **Le potentiel de repos (PR) :** C'est le potentiel de départ (avant l'excitation).
- **L'artefact de stimulation (1) :** Phénomène électrique indiquant le moment de stimulation.
- **Le temps de latence (2) :** Temps séparant la stimulation et l'enregistrement du potentiel d'action.
- **La dépolarisation (3) :** Le potentiel augmente très rapidement pour atteindre un pic.
- **La repolarisation (4) :** Après le pic, le potentiel diminue pour se rapprocher du potentiel de repos.
- **L'hyper-polarisation (5) :** Le potentiel devient inférieur au potentiel de repos.

- Observe les figures 4, 5 et 6.
- Analyse les résultats obtenus.
- Interprète-les sur le plan électrique.
- Déduis la valeur du potentiel de membrane.
- Tire une conclusion.

❖ Interprétation ionique du potentiel de repos et du potentiel d'action

Texte

La membrane d'une fibre nerveuse est inégalement perméable aux ions et aux molécules qui se trouvent à l'intérieur et à l'extérieur de la fibre. En particulier, elle est très perméable aux ions K^+ (qui sont 40 fois plus concentrés dans le milieu intérieur que dans le milieu extérieur), et beaucoup moins perméable aux ions Na^+ (qui sont 5 à 10 fois plus concentrés dans le milieu extérieur que dans le milieu intérieur). Cette différence de concentration ionique de part et d'autre de la membrane provoque des échanges passifs d'ions. Il se crée ainsi un potentiel de repos, encore appelé potentiel de membrane. Mais si les ions n'étaient échangés que passivement à travers la membrane, le potentiel de repos disparaîtrait progressivement par pénétration des ions Na^+. Or il n'en est rien, les différences de concentration de ces ions entre l'extérieur et l'intérieur se maintiennent. Cela n'est possible que grâce à un phénomène de transport en sens inverse, qui fait entrer les ions K^+ et sortir les ions Na^+ et qui s'oppose par conséquent aux forces physiques agissant sur eux ; il s'agit là d'un

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 95 27/02/2025 16:54

processus appelé transport actif des ions parce qu'il résulte d'une activité de la cellule vivante. Le mécanisme qui produit ce transport actif est appelé « pompe à ions » ou souvent plus simplement « pompe à sodium ». Le fonctionnement de la pompe à Na^+ et K^+ nécessite de l'énergie. Celle-ci est fournie par des réactions du métabolisme cellulaire.

Ainsi, le potentiel de repos est un potentiel lié à la vie même de la cellule ; la polarisation membranaire constitue l'un des aspects de la vie cellulaire.

Extrait de BIOLOGIE 1ère, page 255,
Collection tavernier ; BORDAS.

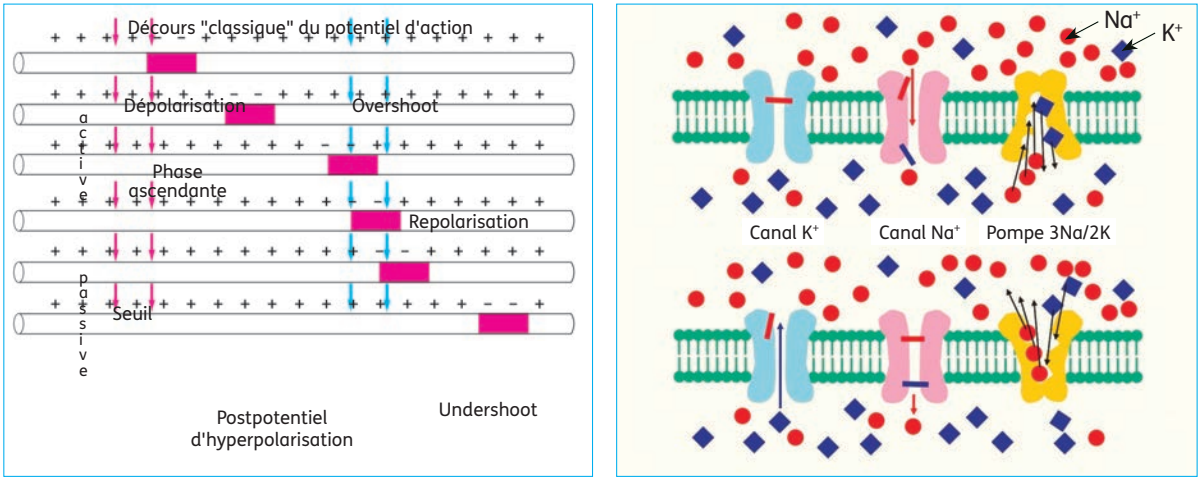


Figure 7 : Interprétation ionique du potentiel d'action

Représentation schématique de la membrane du neurone avec un canal K^+ (bleu clair) avec une porte d'activation (rouge), un canal Na^+ (rose) avec une porte d'activation (rouge) et une porte d'inactivation (bleue), et la pompe Na/K. Les carrés bleus représentent des ions K^+, les disques rouges des ions Na^+. En haut, entrée de sodium. En bas, sortie de potassium.

- Lis attentivement le texte.
- Observe la courbe et le document annexe.
- Relève les ions qui interviennent dans la mise en place du PM et du PA.
- Interprète au plan ionique le PM et le PA.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Des microélectrodes placées à l'extérieur et à l'intérieur d'une fibre nerveuse vivante, reliées à un oscilloscope très sensible, permettent de mettre en évidence l'existence d'une différence de potentiel de -70 mV entre les deux faces de la membrane de la fibre « au repos ». Ce potentiel est appelé **potentiel de repos de la membrane**. La différence de potentiel entre l'extérieur et l'intérieur de la membrane de la fibre est due à la différence de charge entre les deux milieux. La face externe est chargée positivement et la face interne est chargée négativement. La membrane d'une fibre nerveuse est inégalement perméable aux ions et aux molécules qui se trouvent à l'intérieur et à l'extérieur de la fibre. En particulier, elle est très perméable aux ions K^+ (qui sont 40 fois plus concentrés

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 96 27/02/2025 16:54

dans le milieu intérieur que dans le milieu extérieur), et beaucoup moins perméable aux ions Na^+ (qui sont 5 à 10 fois plus concentrés dans le milieu extérieur que dans le milieu intérieur). Cette différence de concentration ionique de part et d'autre de la membrane provoque des échanges passifs d'ions. Il se crée ainsi un potentiel de repos, encore appelé potentiel de membrane. Mais si les ions n'étaient échangés que passivement à travers la membrane, le potentiel de repos disparaîtrait progressivement par pénétration des ions Na^+. Or il n'en est rien, les différences de concentration de ces ions entre l'extérieur et l'intérieur se maintiennent. Cela est possible grâce à un phénomène de transport en sens inverse, qui fait entrer les ions K^+ et sortir les ions Na^+ et qui s'oppose par conséquent aux forces physiques agissant sur eux ; il s'agit là d'un processus appelé transport actif des ions parce qu'il résulte d'une activité de la cellule vivante. Le mécanisme à l'origine de ce transport actif est appelé « pompe à ions » ou souvent plus simplement « pompe à sodium/potentiel ». Le fonctionnement de la pompe à Na^+ et K^+ nécessite de l'énergie.

Après une excitation efficace de la fibre nerveuse, on enregistre sur l'écran de l'oscilloscope une courbe appelée potentiel d'action. En fonction de la position des électrodes réceptrices sur la fibre nerveuse, on a un potentiel d'action monophasique (une électrode à l'intérieur de la fibre) ou un potentiel d'action diphasique (les deux électrodes à la surface de la fibre). On peut subdiviser le potentiel d'action monophasique en plusieurs étapes (figure 6) :

- en (1), c'est l'artefact de stimulation qui précise le moment de la stimulation ;
- entre (1) et (2), le balayage du spot est à -70 mV, il n'y a aucune différence de potentiel entre les deux électrodes réceptrices ;
- en (2), le spot est dévié donc une perturbation arrive sur la première électrode réceptrice. La période située entre l'artefact et le potentiel d'action est le temps de latence ;
- en (3), on a une déviation maximale du spot vers le haut, ce qui signifie qu'il existe une différence de potentiel entre les deux électrodes réceptrices. La première électrode est négative. À ce niveau, l'enveloppe du nerf est devenue négative ; elle s'est dépolarisée.
- en (4), la déviation est exactement inverse. Cela signifie que la deuxième électrode réceptrice est à son tour négative et la première est redevenue positive ;
- en (5), On observe parfois une phase transitoire pendant laquelle la fibre s'hyperpolarise, le potentiel de membrane descendant en dessous de sa valeur de repos ;
- en (6), le balayage se fait à nouveau à -70 mV comme au début : la perturbation est terminée.

L'inversion de la polarisation de la membrane de la fibre nerveuse est associée à une variation de perméabilité de cette membrane aux ions Na^+ et K^+. Les mouvements des ions au niveau des différentes phases du potentiel d'action sont les suivantes :

- Pendant la phase de dépolarisation, il se produit localement une augmentation de la perméabilité de la membrane aux ions Na^+, d'où une entrée massive des ions sodium (Na^+) dans l'axoplasme qui entraîne une inversion de la polarisation de la membrane. La perméabilité membranaire aux ions Na^+ atteint un maximum puis diminue. Pendant ce temps, la perméabilité membranaire aux ions potassium (K^+) est très faible.
- Lorsque le potentiel d'action (PA) atteint son pic, les canaux à Na^+ se ferment et les canaux à K^+ s'ouvrent.
- Pendant la phase de repolarisation, les canaux à sodium sont fermés pendant que les canaux à K^+ s'ouvrent, il s'ensuit une sortie massive d'ions K^+ qui provoque un retour rapide à la polarisation initiale.
- Pendant la phase d'hyperpolarisation, il y a une sortie excessive d'ions K^+ ou une entrée d'ions Cl^- dans l'axoplasme. À la fin de cette phase, il y a la phase de restauration des concentrations initiales c'est–a–dire expulsion d'ions Na+ et entrée d'ions K^+ par le fonctionnement de la « pompe ionique Na^+/K^+ ». Le potentiel d'action est le support du message nerveux à la suite d'une stimulation efficace.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 97 27/02/2025 16:54

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous sont relatives au potentiel de repos et au potentiel d'action.

1. Le potentiel de repos est dû à une inégale répartition des ions Na^+ et K^+ de part et d'autre de la membrane.
2. Le PA est une onde de négativité ou de dépolarisation qui parcourt une fibre nerveuse.
3. Au repos, le neurone est chargé négativement à l'extérieur et positivement à l'intérieur.
4. Le message nerveux se présente sous forme d'un potentiel électrique appelé potentiel de membrane.
5. La dépolarisation est due à une sortie massive des ions k^+ de l'axone.
6. Le maintien de la polarité membranaire de l'axone est dû à l'activité de la pompe ionique Na^+/K^+.
7. On obtient un potentiel d'action monophasique lorsque les deux électrodes réceptrices sont à la surface de l'axone excitée.
8. Pendant l'hyperpolarisation de l'axone, il y a une sortie exagérée des ions K^+.

Réponds par « Vrai » ou par « Faux » à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

Activité 2 Identifier les structures nerveuses

2-1 Identifier l'organisation du nerf et du neurone

Les figures ci-dessous présentent la structure du nerf et du neurone.

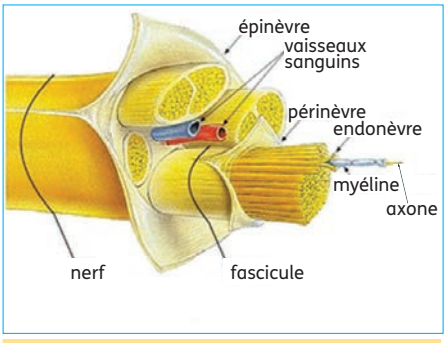


Figure 8 : Structure du nerf

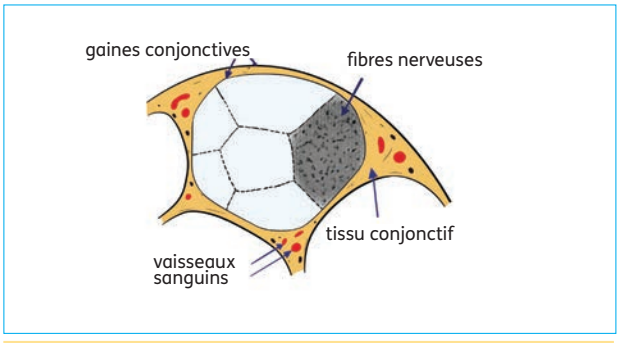


Figure 9 : Schéma de la coupe transversale du nerf

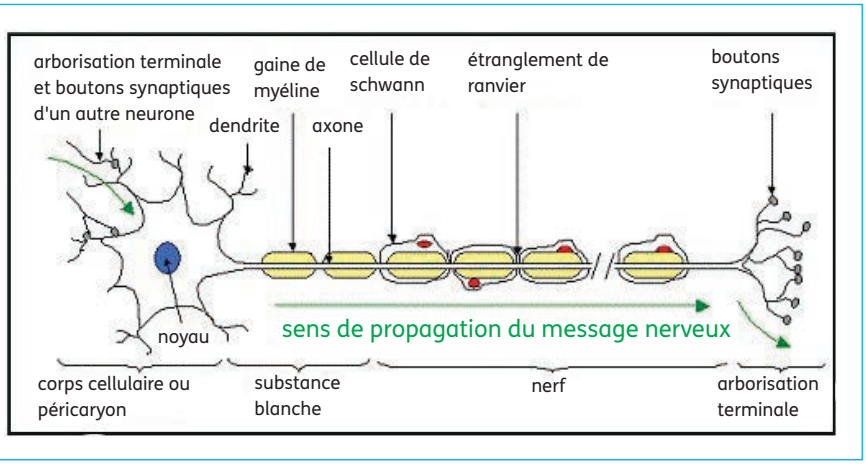


Figure 10 : Schéma du neurone

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 98 27/02/2025 16:54

- Observe attentivement les images ci-avant.
- Décris la structure du nerf et du neurone.
- Tire une conclusion.

2-2 Identifier les relations entre les différents neurones dans l'organisme

Texte

Le système nerveux est constitué de plusieurs milliards de cellules nerveuses appelées neurones, qui forment entre elles un réseau très complexe. Chaque neurone peut en effet recevoir des signaux de 10, 100 ou 1000 autres neurones et transmettre des signaux à 1000 autres neurones. Les neurones présentent une grande diversité de taille (certains mesurent un mètre) et de forme.

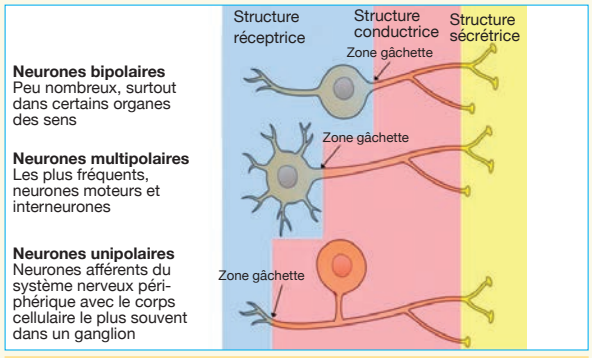


Figure 11 : Différents types de neurones

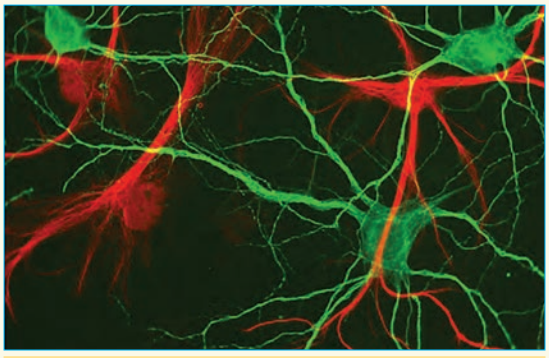


Figure 12 : Réseau de neurones

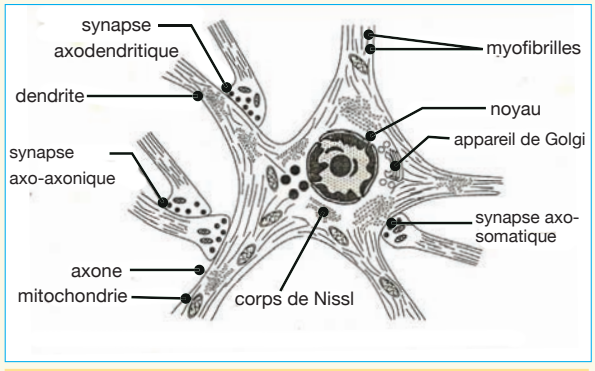


Figure 13 : Différents types de synapses

La **synapse**, contact, point de jonction , dérivé de « joindre, connecter ») est une zone de contact **fonctionnelle** qui s'établit entre deux **neurones**, ou entre un neurone et une autre **cellule** (**cellules musculaires,** récepteurs sensoriels...). Elle assure la conversion d'un **potentiel d'action** déclenché dans le neurone présynaptique en un signal dans la cellule postsynaptique.

- Lis attentivement le texte.
- Observe les figures.
- Analyse ces images.
- Déduis les différents types de jonctions entre les neurones dans l'organisme.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 99 27/02/2025 16:54

Synthèse

Le nerf, support du message nerveux est constitué, de l'extérieur vers l'intérieur d'une gaine protectrice appelée épinèvre, de faisceaux de fibres nerveuses entourés chacun d'une gaine conjonctive : le périnèvre. À l'intérieur des faisceaux, la gaine conjonctive envoie des ramifications. Entre les faisceaux se trouvent des vaisseaux sanguins.
Le neurone est l'élément de base du tissu nerveux. Il est constitué de dendrites, d'un corps cellulaire et d'un axone. Les dendrites sont des prolongements très ramifiés du corps cellulaire ; le corps cellulaire ou soma ou péricaryon contient le noyau ; l'axone est un long prolongement unique qui se termine par l'arborisation terminale. La longueur de l'axone est variable ; parfois axone et dendrites sont difficiles à distinguer. Dans la substance blanche et dans le nerf, l'axone est recouvert par la myéline qui est interrompue par des étranglements ou nœuds de Ranvier. La myéline est protégée par la gaine de Schwann.
Il existe plusieurs types de neurones : les neurones unipolaires, bipolaires, multipolaires et les neurones pyramidaux. Les neurones ne sont pas indépendants les uns des autres. Ils établissent entre eux des liaisons et forment « des chaînes de neurones » ou plutôt un fantastique réseau. On appelle synapse la jonction entre deux neurones. La plupart des synapses unissent les terminaisons d'un axone aux dendrites et au corps cellulaire d'un autre neurone. Il existe plusieurs types de synapses : la synapse axo-axonique, la synapse axo-dendritique, la synapse axo-somatique et la synapse neuromusculaire ou plaque motrice.

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la structure du neurone et à celle du nerf.

1. Le périnèvre est la membrane externe qui enveloppe le nerf.
2. Le tissu conjonctif du nerf est parcouru par des vaisseaux sanguins.
3. Les dendrites sont des ramifications observées à l'extrémité de l'axone.
4. Le nerf est constitué d'un grand nombre de faisceaux de fibres nerveuses.
5. Les étranglements de Ranvier se situent au niveau des zones de l'axone non enveloppées de gaine de myéline.
6. L'épinèvre est la membrane qui délimite chaque grand faisceau de fibres nerveuses.
7. La coupe transversale du nerf montre des neurones se présentant sous une forme allongée.
8. La cellule de Schwann est une cellule de soutien de la fibre nerveuse dépourvue de noyau.
9. La coupe transversale du nerf se présente sous une forme arrondie.
10. L'axone se situe entre le corps cellulaire et l'arborisation terminale.

Réponds par "Vrai" ou par "Faux" à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 100 27/02/2025 16:54

Activité 3 Déterminer les propriétés du tissu nerveux

3-1 L'excitabilité du nerf

Protocole expérimental

Pour déterminer les conditions d'excitabilité efficace du nerf sciatique de la grenouille, on réalise les expériences suivantes :

1. On fixe une intensité d'excitation donnée et on fait varier plusieurs fois sa durée, jusqu'à obtenir une réponse. Puis on répète les mêmes mesures pour d'autres valeurs d'intensité d'excitation.
2. On fixe la durée de l'excitation et on fait varier plusieurs fois son intensité, jusqu'à obtenir une réponse. On répète les mêmes mesures pour d'autres valeurs de la durée d'excitation.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous. Celui-ci montre les intensités d'excitation et les durées correspondantes (pour des excitations efficaces) :

Intensités d'excitation (mV)	120	112	94	65.5	55	47	40	37	35	35
Durée (ms)	0,10	0,15	0,2	0,45	0,65	1,05	1,5	2,15	3	4

Tableau des intensités d'excitation en fonction du temps ou durée d'application

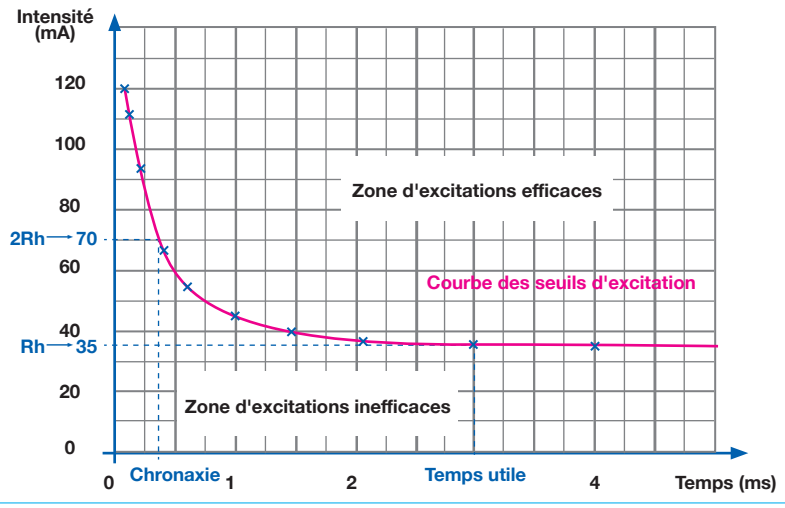


Figure 14 : courbe de l'excitabilité du nerf

- Observe la courbe de la figure 14.
- Analyse-la.
- Interprète-la.
- Déduis les conditions d'excitabilité d'un nerf.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 101 27/02/2025 16:54

Synthèse

Pour qu'une excitation d'intensité de 40 mV soit efficace, il faut que sa durée soit supérieure ou égale à 1.5 ms. Ce temps représente le seuil relatif de la durée.
Pour qu'une excitation de durée de 1.5 ms soit efficace, il faut que son intensité soit supérieure ou égale à 40 mV. Cette valeur représente le seuil relatif de l'intensité.
La courbe d'excitabilité obtenue représente les seuils d'excitation du nerf et délimite deux zones : la zone des excitations efficaces et la zone des excitations inefficaces. La plus faible intensité de stimulation qui peut engendrer une réponse est appelée **rhéobase (Rh)** et elle est considérée comme un seuil absolu d'excitation. Les intensités en dessous de la rhéobase correspondent à des stimuli inefficaces ; elles sont dites infraliminaires ou sous liminaires. Les intensités qui sont situées au-dessus de la rhéobase sont dites supraliminaires. La courbe représente une limite : c'est le seuil d'excitation ou intensité liminaire. L'analyse de la courbe nous permet de dégager les caractéristiques d'excitabilité du nerf : la rhéobase, le temps utile et la chronaxie.
La rhéobase est l'intensité minimale permettant d'obtenir une réponse à une excitation.
Le temps nécessaire pour obtenir la réponse à une excitation d'intensité égale à la rhéobase (Rh) est appelé **temps utile**.
Le temps nécessaire pour obtenir la réponse du nerf à une excitation d'intensité double de la rhéobase (2Rh) est appelé **la chronaxie**.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente quelques propriétés du tissu nerveux et leurs définitions

Propriétés du tissu nerveux	Définitions
1. Temps utile	a) Intensité minimale de stimulation en dessous de laquelle le nerf n'est pas excitable
2. Rhéobase	b) Durée minimale de stimulation pour qu'une intensité double de la rhéobase soit efficace
3. Chronaxie	c) Durée minimale de stimulation correspondant à la rhéobase

Associe chaque propriété à sa définition, en utilisant les chiffres et lettres.

3-2 La réponse de la fibre nerveuse et du nerf à des excitations isolées d'intensité croissante et de durée fixe

Protocole expérimental

Avec le dispositif d'ExAO, on enregistre les réponses du nerf ou de la fibre nerveuse à des stimulations d'intensité croissante $I_1 < I_2 < I_3 < I_4 < I_5 < I_6$, et de durée fixe (0.5ms). Les résultats de cette manipulation sont présentés par la figure suivante :

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 102 27/02/2025 16:54

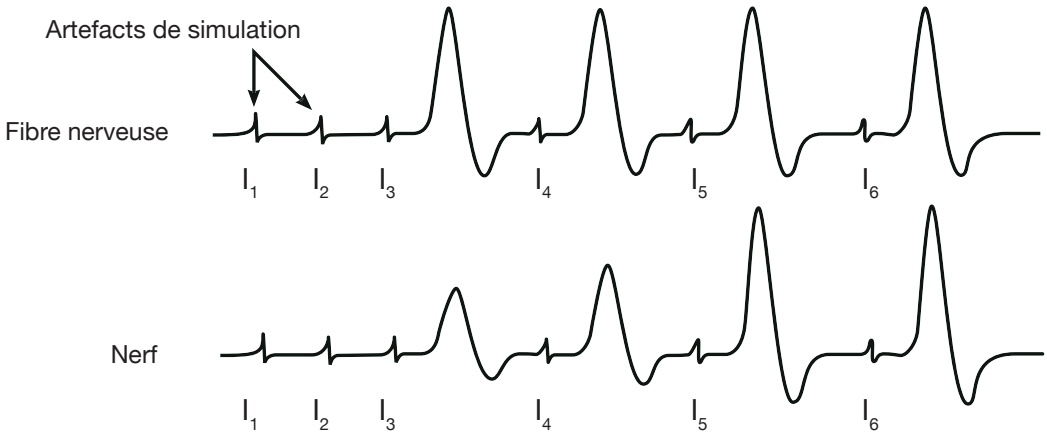


Figure 15 : Réponses de la fibre et du nerf à des stimulations d'intensités croissantes

- Observe la figure 15.
- Analyse les enregistrements obtenus.
- Interprète-les.
- Déduis les propriétés de la fibre nerveuse et du nerf mises en évidence par ces expériences.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Lors d'une faible stimulation du nerf, le seuil de dépolarisation de quelques fibres est atteint. La somme des potentiels d'actions émis donne le potentiel global.

Pour des stimulations plus importantes, l'amplitude du potentiel global augmente avec l'augmentation de l'intensité de stimulation, jusqu'au maximum.

En effet, de plus en plus de fibres sont recrutées (ou stimulées), la somme de leurs potentiels d'action est donc de plus en plus importante. Cette caractéristique du nerf est à mettre en relation avec sa composition : un ensemble de fibres nerveuses ne répondent pas toutes en même temps. Quand on augmente l'intensité de la stimulation, l'augmentation de l'amplitude du potentiel global obtenue est due à un recrutement progressif des fibres nerveuses du nerf, ayant des seuils de dépolarisation différents. On dit que le nerf obéit à la **loi de sommation**.

Dans le cas de la fibre nerveuse, lorsqu'on l'excite, on observe un potentiel d'action (PA) dont l'amplitude est d'emblée maximale (l'amplitude ne varie pas malgré l'augmentation de l'intensité de stimulation). On dit que la fibre nerveuse obéit **la loi du « tout ou rien »**. La fibre nerveuse et le nerf répondent à une excitation lorsque leurs seuils d'excitation sont atteints, on dit qu'ils sont excitables.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 103 27/02/2025 16:54

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous sont relatives au fonctionnement du nerf et de la fibre nerveuse.

1. La fibre nerveuse n'a pas de seuil de stimulation.
2. La réponse de la fibre nerveuse augmente avec l'intensité de la stimulation.
3. Les réponses des fibres qui constituent un nerf s'ajoutent quand l'intensité de la stimulation augmente.
4. La fibre nerveuse obéit à la « loi de tout ou rien ».
5. Le phénomène de la sommation caractérise à la fois le nerf et la fibre nerveuse.
6. Le nerf est la structure nerveuse qui obéit à la loi de la sommation.

Réponds par « Vrai » ou par « Faux » à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

3-3 La réponse du nerf à des excitations successives de même intensité séparées par un temps variable : la période réfractaire

Protocole expérimental

Avec le dispositif d'ExAO, on applique sur un nerf, deux stimulations successives S_1 et S_2 de même intensité en faisant varier le temps qui les sépare. On note l'amplitude des réponses. Les résultats obtenus sont représentés par les graphes ci-dessous.

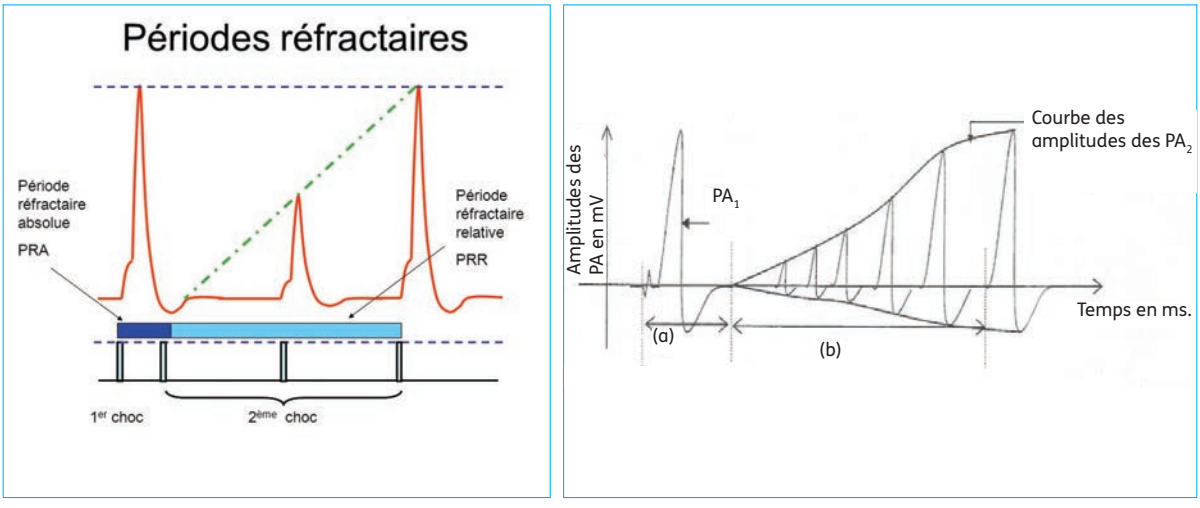


Figure 16 : Réponse du nerf à deux stimulations de plus en plus rapprochées

- Analyse les courbes ci-dessus.
- Interprète-les.
- Déduis la propriété du nerf mise en évidence dans cette expérience.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 104 27/02/2025 16:54

3-4 Déterminer la conductibilité du nerf

❖ Conditions de la conductibilité

Texte

La section du nerf sciatique chez l'Homme, suite à un accident, entraîne la paralysie du membre inférieur innervé par ce nerf.

Dans certains cas, les vertèbres compriment le nerf sciatique à la sortie de la colonne vertébrale. Ce qui provoque la raideur des muscles des membres inférieurs et la difficulté de la marche à cause de la perturbation de la conduction des influx nerveux provenant des centres nerveux.

Le recours à l'anesthésie pendant les opérations chirurgicales permet d'éviter la douleur en bloquant la conduction de l'influx nerveux vers les centres nerveux.

Certains facteurs agissent sur l'excitabilité et la conductibilité du nerf. Ils peuvent être soit physiques comme la température et la pression, soit chimiques comme les substances anesthésiantes, par exemple l'éther.

La figure ci-dessous montre l'effet de la température sur la vitesse de conduction de l'influx nerveux :

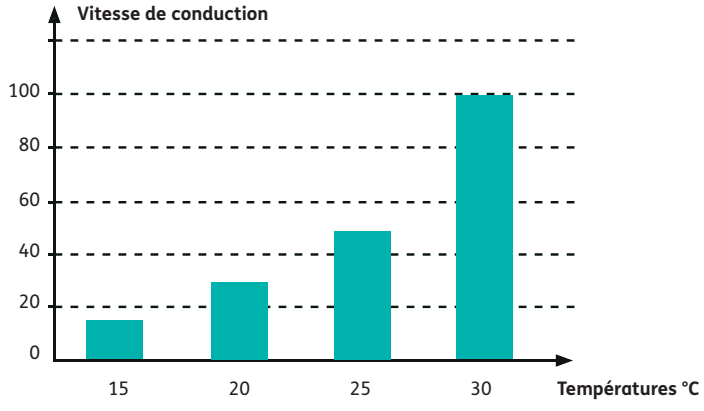


Figure 17 : Influence de la température sur la conductivité du nerf

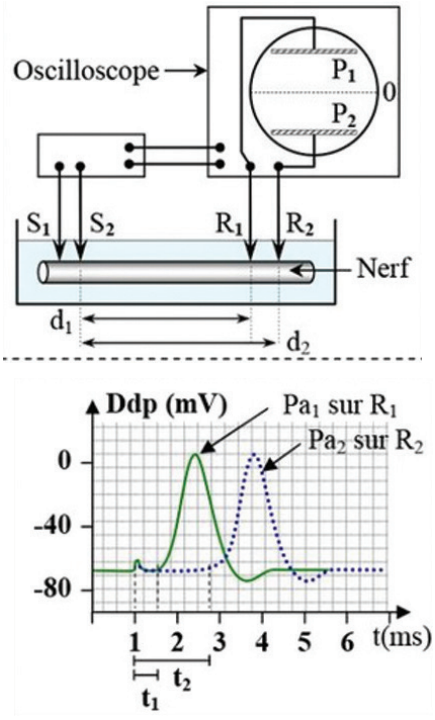
- Lis attentivement le texte.
- Observe l'histogramme.
- Relève les facteurs agissant sur le fonctionnement du nerf.
- Analyse l'histogramme.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 105 27/02/2025 16:54

❖ Vitesse de conduction

Protocole expérimental

Pour calculer la vitesse de conduction du message nerveux par le nerf, on soumet ce dernier à deux excitations successives de même intensité et de même durée.
Soit d_1 la distance entre les électrodes excitatrices S_1S_2 et l'électrode réceptrice R_1.
Soit d_2 la distance entre les électrodes excitatrices S_1S_2 et l'électrode réceptrice R_2.
Deux stimulations successives sont portées sur le nerf sciatique d'une grenouille en S_1S_2.
Les résultats de cette expérience sont représentés par le graphe ci-dessous.



Méthode de calcul de la vitesse de conduction de l'influx nerveux

Lorsqu'on juxtapose, dans le temps, les artefacts de stimulations, on observe un décalage entre les deux enregistrements électro-nerveux obtenus (Pa_1 et Pa_2).
Si on suppose que $\Delta t = t_2 - t_1$ est le temps mis par le message nerveux pour parcourir la distance $\Delta d = d_2 - d_1$:
la vitesse de conduction du nerf est :

$$V = \frac{\Delta d}{\Delta t} \text{ (m/s)}$$

Figure 18 : Dispositif pour l'enregistrement de la vitesse de conduction de l'influx nerveux

Le tableau ci-dessous présente quelques facteurs influençant la vitesse de conduction de l'influx nerveux.

Fibres	Diamètres (µm)	Température (°C)	Vitesse (m/s)
Fibre myélinisée de grenouille	10	20	17
			30
	20		80
		30	
Fibre amyélinique de grenouille	10	20	05
Fibre amyélinique de grenouille	20	30	15

TABLEAU DES VITESSES DE L'INFLUX DANS DES STRUCTURES NERVEUSES EN FONCTION DE CERTAINS FACTEURS

- Observe les courbes de la figure 18 et le tableau.
- Analyse les courbes obtenues et les données du tableau.
- Interprète les données du tableau.
- Calcule la vitesse de propagation de l'influx nerveux.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 106 27/02/2025 16:54

❖ Sens de conduction de l'influx nerveux

On place des électrodes excitatrices (EE) sur une fibre isolée. Des électrodes réceptrices (ER) sont mises de chaque côté du point excité, chaque paire d'électrodes étant reliée à un oscilloscope cathodique. Après excitation, on recueille un potentiel d'action sur les deux écrans. On constate que l'influx nerveux déclenché expérimentalement peut se propager dans les deux sens.

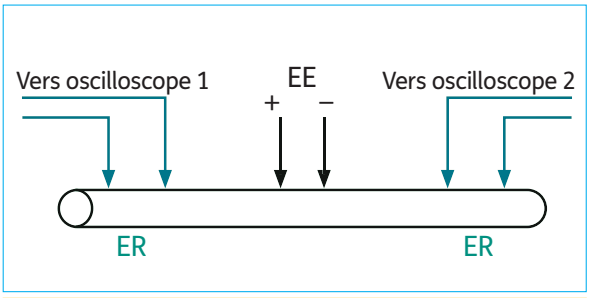


Figure 19 : Mesure du sens de conduction de l'influx nerveux

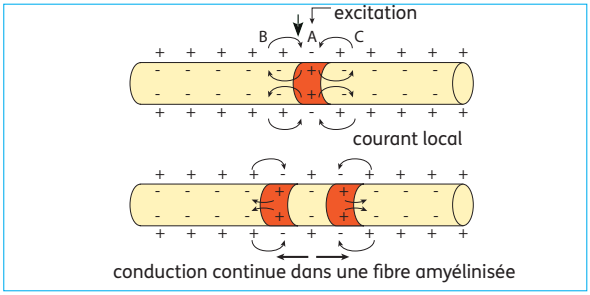


Figure 20 : Conduction de l'influx nerveux sur une fibre amyélinisée

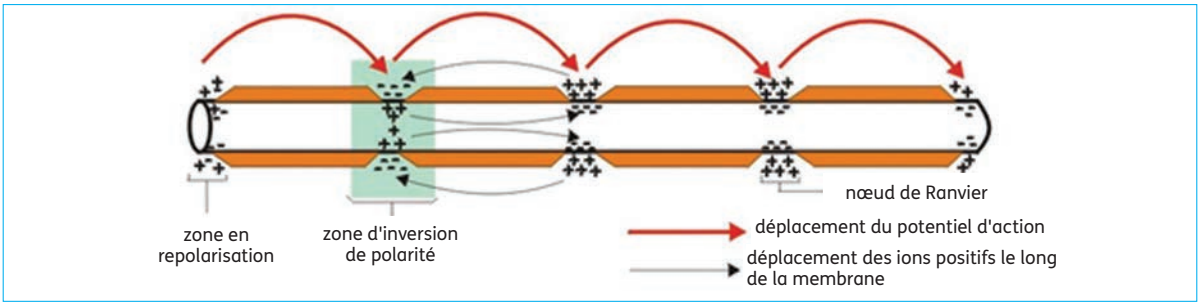


Figure 21 : Conduction de l'influx nerveux sur une fibre myélinisée

- Observe les figures 19 à 21.
- Analyse la conduction de l'influx nerveux sur les différents types de fibre nerveuse.
- Explique la conduction de l'influx nerveux sur les deux types de fibre nerveuse.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Lorsqu'on applique sur un nerf, deux stimulations successives S_1 et S_2 de même intensité en faisant varier le temps qui les sépare, on observe que pour un délai très court, la deuxième stimulation ne donne aucune réponse (figure 16). Durant cette période le nerf n'est pas excitable. En effet, la pompe Na^+/K^+ n'a pas le temps de restaurer les concentrations ioniques initiales et les canaux à sodium (Na^+) restent fermés. Cette période pendant laquelle le nerf ne répond pas à la deuxième stimulation est dite période réfractaire absolue. Pour des délais plus longs, le nerf répond progressivement aux nouvelles excitations. La période pendant laquelle le nerf répond progressivement à la deuxième excitation est la période réfractaire relative. En effet, pendant cette période la pompe Na^+/K^+ rétablit progressivement les concentrations ioniques initiales et les canaux à sodium (Na^+) s'ouvrent progressivement.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 107 27/02/2025 16:54

Synthèse

Lorsque les concentrations ioniques initiales ont été rétablies par la pompe Na^+/K^+, la deuxième stimulation donne un PA d'amplitude maximale.

Pour calculer la vitesse de conduction de l'influx nerveux, on soumet le nerf à deux excitations successives de même intensité et de même durée (figure 18). Lorsqu'on juxtapose, dans le temps, les artefacts de stimulations, on observe un décalage entre les deux enregistrements électro-nerveux obtenus (Pa_1 et Pa_2). Ce décalage permet de calculer la vitesse la vitesse de conduction de l'influx nerveux. Si on suppose que $\Delta_t = t_2 - t_1$ est le temps mis par le message nerveux pour parcourir la distance $\Delta_d = d_2 - d_1$: La vitesse de conduction du nerf est :

$V = \Delta d / \Delta t$ (m/s). On en déduit que le nerf est conducteur. Pour les fibres isolées la conduction se fait dans les deux sens, mais dans l'organisme la conduction se fait dans un seul sens : du corps cellulaire vers l'arborisation terminale des neurones.

Pour une fibre nerveuse donnée, la vitesse de conduction de l'influx nerveux varie en fonction de la température, du diamètre et de la nature de la fibre. Pour le diamètre de la fibre, plus le diamètre est grand plus la vitesse est grande.

Pour le même diamètre de la fibre nerveuse, la vitesse de conduction varie en fonction de la nature de la fibre soit qu'elle est amyélinisée ou myélinisée. Dans une fibre amyélinisée, les charges électriques après une excitation se déplacent de proche en proche créant des courants locaux : on dit que la **conduction est continue** (théorie des courants locaux)

Dans une fibre myélinisée, la membrane n'est polarisée qu'au niveau des nœuds de Ranvier car la gaine de myéline est un isolant, ce qui fait que les charges doivent effectuer des sauts d'un nœud à l'autre. Cette conduction est dite **conduction saltatoire**. Elle est beaucoup plus rapide que la conduction continue.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente des fibres nerveuses et leurs caractéristiques.

Types de fibre nerveuse	Caractéristiques
1. Fibre myélinisée 2. Fibre amyélinisée	a) Conduit l'influx nerveux dans les deux sens b) Conduit l'influx nerveux plus rapidement c) Conduit l'influx nerveux moins rapidement d) L'influx nerveux y est conduit de façon continue e) La conduction de l'influx y est saltatoire.

Associe chaque type de fibre à ses caractéristiques, en utilisant les chiffres et les lettres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 108 27/02/2025 16:54

Activité 4 Expliquer la transmission du message nerveux au niveau d'une synapse

4-1 La structure d'une synapse

Les figures ci-dessous représentent des points de contact entre neurones et entre un neurone et une autre cellule.

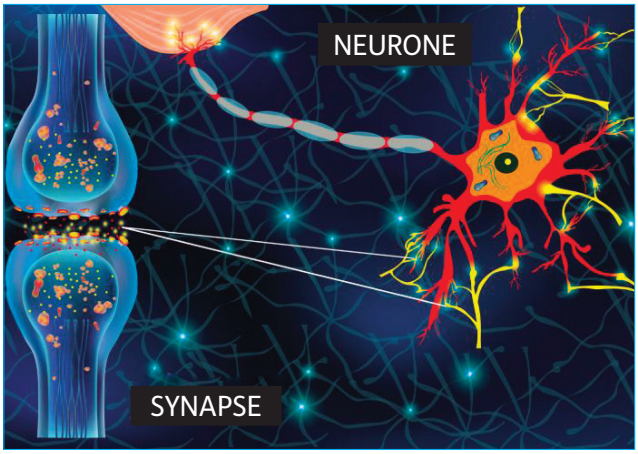


Figure 22 : Contact neuro-neuronique

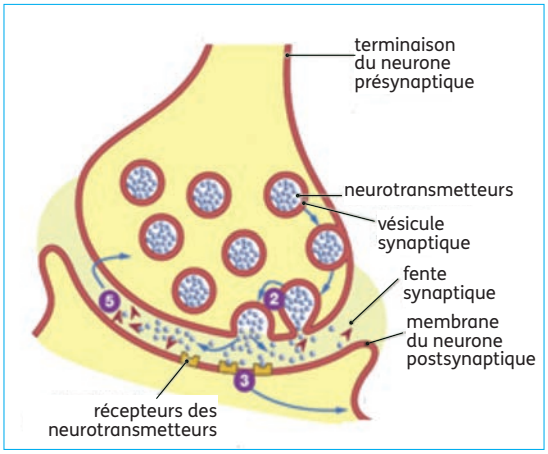


Figure 23 : Schéma de l'ultrastructure d'une synapse-neuronique

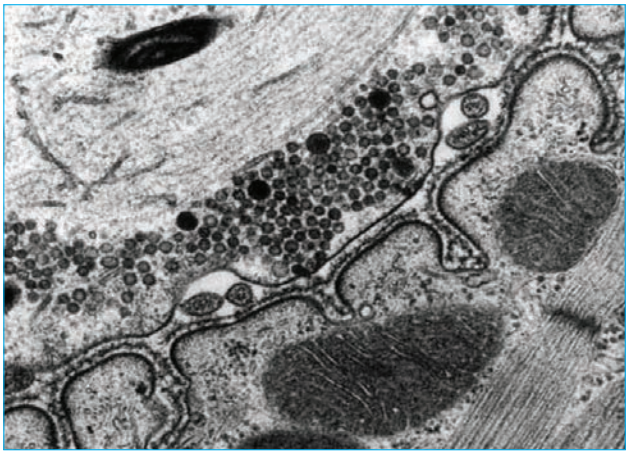


Figure 24 : Contact neuromusculaire

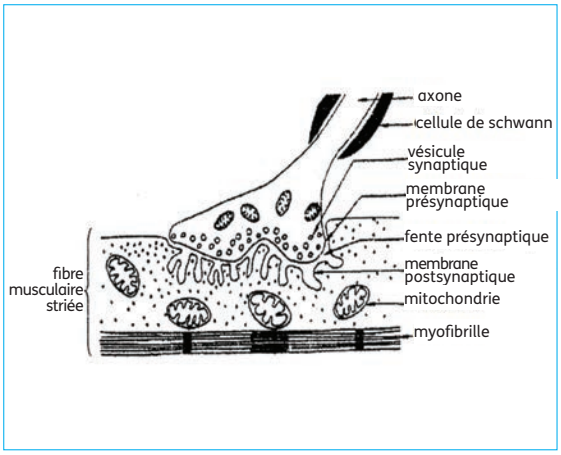


Figure 25 : Schéma de l'ultrastructure d'une synapse neuromusculaire

- Observe attentivement les schémas des différentes synapses.
- Décris la structure d'une synapse.
- Déduis la notion de synapse.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 109 27/02/2025 16:54

4-2 Le mécanisme de la transmission synaptique

Les figures ci-dessous présentent le mécanisme de la transmission synaptique.

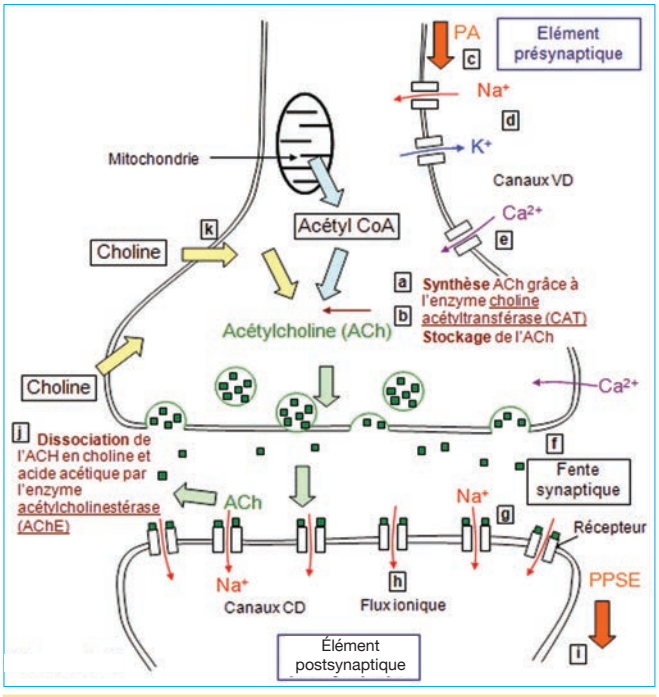


Figure 26 : Mécanisme de la transmission synaptique au niveau d'une synapse neuro-neuronique

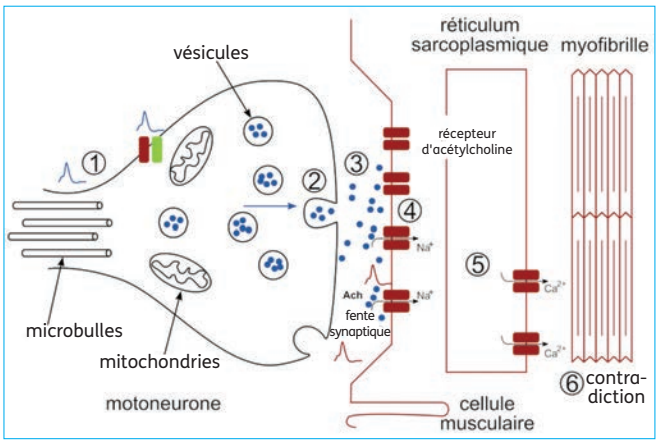


Figure 27 : : Mécanisme de la transmission synaptique au niveau d'une plaque motrice

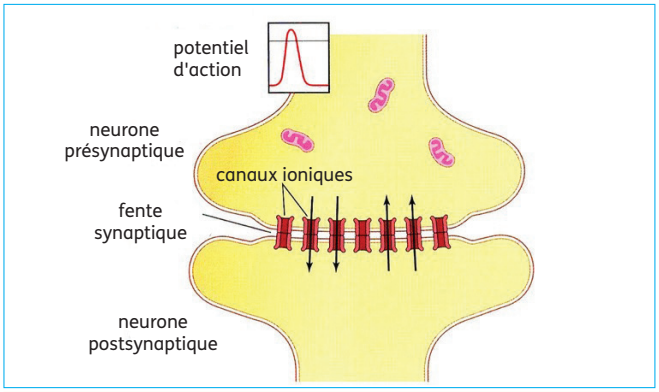


Figure 28 : Synapse électrique

Dans les synapses à transmission électriques, les neurones sont très proches l'un de l'autre, mais cette zone de contact est constituée par des canaux qui traversent l'espace synaptique et réunissent le cytoplasme des deux neurones. Par ces canaux les ions parvenant à l'extrémité du neurone présynaptique passent directement dans le neurone postsynaptique, y provoquant la naissance d'un potentiel postsynaptique.

Les étapes de la transmission synaptique au niveau d'une plaque motrice

1. Arrivée du message nerveux à l'extrémité du motoneurone.
2. Exocytoses des vésicules libérant l'acétylcholine (ACH) dans la fente synaptique.
3. Fixation de l'ACH sur les récepteurs de la cellule musculaire.
4. Entrée des cations chimiodépendants Na^+ dans la cellule à l'origine d'un PA musculaire.
5. Propagation du potentiel d'action musculaire induisant une libération d'ions Ca^{++} à partir du réticulum sarcoplasmique.
6. Déroulement de la contraction musculaire.

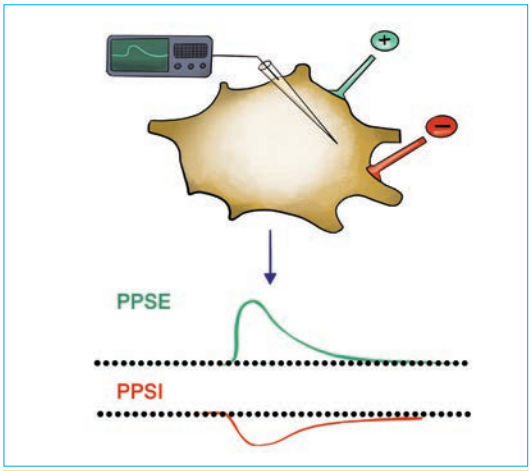


Figure 29 : Synapse excitatrice (PPSE) et synapse inhibitrice (PPSI)

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 110 27/02/2025 16:54

- Observe attentivement les figures.
- Explique le fonctionnement d'une synapse
- Déduis la notion de synapse excitatrice et de synapse inhibitrice.

Synthèse

Les neurones établissent des rapports entre eux, en des points spécialisés, les synapses. Sur l'électronographie d'une synapse, on observe que les deux neurones sont séparés par un intervalle de 20 nm (fente synaptique). Le neurone présynaptique se distingue du neurone postsynaptique par la présence de vésicule de neurotransmetteur. Dans le cas d'une synapse neuromusculaire, la cellule postsynaptique est une fibre musculaire.

La transmission des messages nerveux d'un neurone à un autre se fait par l'intermédiaire d'une substance chimique ou neurotransmetteur. Plusieurs dizaines sont actuellement connues : acétylcholine (ACH), noradrénaline, dopamine, sérotonine... . Les neurotransmetteurs synthétisés par un neurone présynaptique sont stockés au voisinage des arborisations terminales avant d'être libérés dans la fente synaptique à l'arrivée des potentiels d'action suite à l'entrée massive des ions Ca^{2+} à l'intérieur de la terminaison axonique. Les molécules de neurotransmetteur (ACH) se fixent sur des récepteurs spécifiques portés par la membrane du neurone postsynaptique, entraînant la formation de complexe neurotransmetteurs-récepteurs. Ce complexe modifie la membrane postsynaptique. Localement il va y avoir une entrée massive des ions Na^+, consécutive à l'ouverture des canaux à Na^+ chimiodépendants, qui déclenche la dépolarisation de la membrane postsynaptique : naissance d'un potentiel postsynaptique qui parcourt la membrane postsynaptique. On a deux types de potentiel postsynaptique :

- Le **potentiel postsynaptique excitateur** (ou PPSE) diminue la différence de potentiel entre les deux faces de la membrane plasmique ; il est dû à une entrée massive d'ions Na^+ dans la membrane de la cellule postsynaptique. Autrement dit, le PPSE dépolarise localement la membrane. Dans ce cas la synapse est dite excitatrice.
- Le **potentiel postsynaptique inhibiteur** (ou PPSI). Il est dû à une sortie massive d'ions K^+ de la membrane de la cellule postsynaptique ou une entrée massive d'ions Cl^-. Le PPSI augmente la différence de potentiel, il hyperpolarise la membrane. Dans ce cas, la synapse est dite inhibitrice.

Si la membrane dépasse le seuil critique de dépolarisation, un **potentiel d'action** est initié. Les PPSI empêchent le déclenchement d'un potentiel d'action alors que les PPSE le favorisent.

Pour éviter que la stimulation du neurone postsynaptique ne se prolonge, deux systèmes éliminent la molécule de l'espace intersynaptique :

- la dégradation, qui met en jeu des enzymes spécifiques qui vont métaboliser (hydrolyser) le neurotransmetteur, mettant fin à son effet sur le neurone postsynaptique exemple l'acétylcholinestérase, dans le cas de l'ACH.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 111 27/02/2025 16:54

- la recapture, pendant laquelle le **neurotransmetteur** ou ses précurseurs issus de la dégradation **enzymatique** est récupéré par le **neurone** présynaptique, ou par la cellule gliale avoisinante, pour être réutilisé ou détruit. Dans le cas de l'ACH, il s'agit de la choline et de l'acétate issu de son hydrolyse.

En général, un neurone est couvert de synapses excitatrices et de synapses inhibitrices. Il se produit alors une sommation à la fois temporelle et spatiale pour « décider » du déclenchement ou non d'un potentiel d'action.

La **sommation spatiale** se réfère aux différentes synapses afférentes à l'élément postsynaptique. Un neurone peut en effet recevoir plus d'un millier d'afférences différentes mais il ne peut réagir que de deux manières : conduction ou absence de conduction. Si le résultat de la somme algébrique de tous les éléments afférents est supérieur à une valeur seuil, le neurone intégrateur sera le siège d'un potentiel d'action.

Une sommation dite **temporelle** a aussi lieu au niveau de l'élément postsynaptique. Elle est due à la vitesse d'entrée des ions à l'intérieur de la cellule. Si beaucoup de PPSE sont rapprochés dans le temps, ils s'ajoutent et peuvent également atteindre le seuil de dépolarisation et donner lieu à un potentiel d'action.

Exercice de fixation

Le texte lacunaire ci-dessous est relatif à la transmission du message nerveux dans l'organisme.

Les neurotransmetteurs synthétisés par un neurone présynaptique sont stockés au voisinage des ...**1**... terminales avant d'être libérés dans la ...**2**... à l'arrivée des potentiels d'action suite à l'entrée massive des ...**3**... à l'intérieur de la terminaison axonique. Les molécules de neurotransmetteur (ACH) se fixent sur des ...**4**... portés par la membrane du ...**5**..., entraînant la formation de complexe neurotransmetteurs-récepteurs. Ce complexe ...**6**... la membrane postsynaptique. Localement, il va y avoir une entrée massive des ...**7**..., consécutive à l'ouverture des canaux à Na+ ...**8**... qui déclenche la dépolarisation de la membrane postsynaptique : naissance d'un ...**9**... qui parcourt la membrane postsynaptique.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : ions Ca^{2+} ; fente synaptique ; arborisations ; ions Na^{+} ; neurone postsynaptique ; chimiodépendants ; potentiel d'action ; modifie ; récepteurs spécifiques.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 112 27/02/2025 16:54

APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

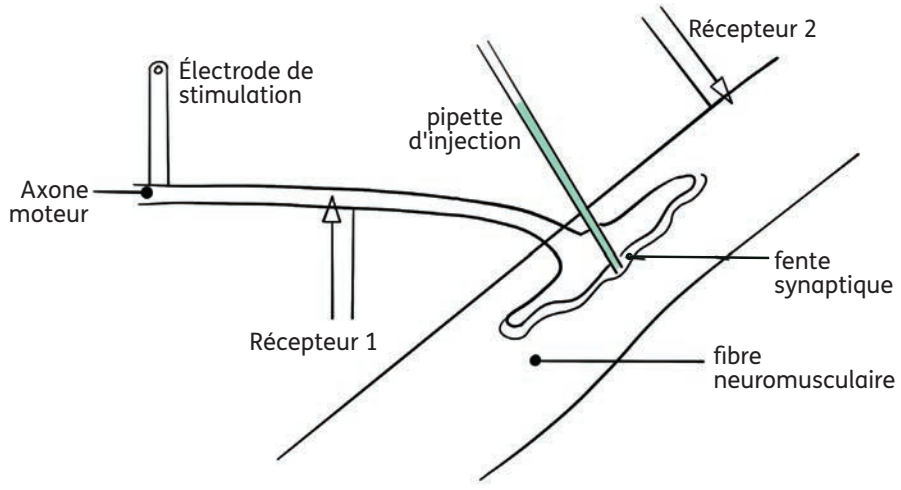
Une élève de ta classe, effectue des recherches sur la transmission synaptique. Pendant ses recherches, elle découvre dans un livre de physiologie les expériences ci-dessous et leurs résultats.

EXPÉRIENCE 1 : On apporte une stimulation à l'axone moteur et on observe des trains de potentiel d'action (ensemble de potentiel d'action se suivant) au niveau du récepteur 1 et au niveau du récepteur 2 une augmentation du potentiel d'action proportionnelle à la stimulation exercée.

EXPÉRIENCE 2 : On injecte de l'ACH (acétylcholine) dans la fente synaptique et on n'observe aucun signal au niveau du récepteur 1. Par contre, au niveau du récepteur 2, on observe une augmentation du potentiel d'action proportionnelle à la quantité d'ACH injectée.

EXPÉRIENCE 3 : On injecte de l'ACH dans la fibre musculaire et on n'observe aucun potentiel d'action au niveau des deux récepteurs.

Le document ci-dessous décrit le dispositif expérimental.



Document : Schéma du dispositif expérimental

L'exploitation des résultats des expériences lui paraît difficile et elle te sollicite.

1. Nomme le type de synapse représenté sur le document.
2. Analyse les résultats des expériences 1, 2 et 3.
3. Explique les résultats des expériences 2 et 3.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 113 27/02/2025 16:54

Corrigé

1. C'est une synapse neuromusculaire.

2. Analyse.

Expérience 1 : La stimulation de l'axone moteur entraîne des trains de potentiel d'action au niveau du récepteur 1. Par contre, au niveau du récepteur 2, une augmentation du potentiel d'action proportionnelle à la stimulation exercée.

Expérience 2 : L'injection de l'ACH dans la fente synaptique n'entraîne aucun signal au niveau du récepteur 1. Par contre, au niveau du récepteur 2, on a une augmentation du potentiel d'action proportionnelle à la quantité d'ACH injectée.

Expérience 3 : L'injection d'ACH dans la fibre musculaire n'entraîne aucun potentiel d'action au niveau des deux récepteurs.

3. Explication.

Expérience 2 :

L'injection de l'ACH dans la fente synaptique n'entraîne aucun signal au niveau du récepteur 1 car les récepteurs spécifiques de l'ACH ne se trouvent sur la membrane présynaptique mais sur la membrane de la fibre musculaire.

L'injection de l'ACH dans la fente synaptique au niveau du récepteur 2 entraîne une augmentation du potentiel d'action car les récepteurs spécifiques de l'ACH se trouvent sur la membrane présynaptique, ainsi la fixation des ACH provoquent l'ouverture des canaux Na^+ et une entrée des Na+ dans la fibre musculaire. D'où la naissance du potentiel d'action musculaire.

Expérience 3 : L'injection d'ACH dans la fibre musculaire n'entraîne aucun potentiel d'action au niveau des deux récepteurs car les récepteurs spécifiques de l'ACH ne se trouvent pas à l'intérieur de la fibre musculaire.

Méthode

S'appuyer sur les structures en contact.

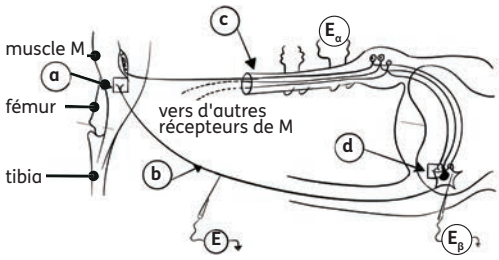
Mettre en relation les conditions d'obtention des réponses avec les résultats obtenus et en mentionnant les variations des réponses.

Expliquer les faits significatifs qui se dégagent de l'analyse. Pour cela, Il faut expliquer les différentes variations des réponses et les mécanismes qui sont à la base de ces changements.

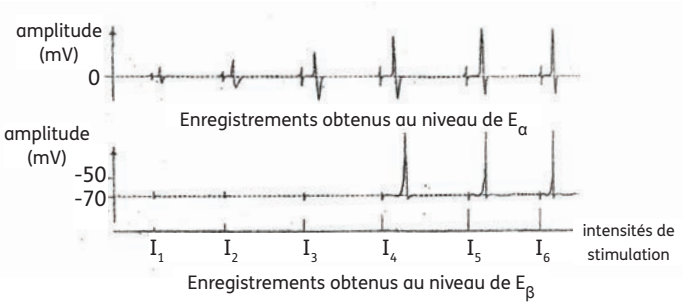
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 114 27/02/2025 16:54

Exercice 2

Un élève de ta classe, absent au cours sur le fonctionnement du tissu nerveux, sollicite ton cahier pour se mettre à jour. Ce dernier découvre dans ton cahier le montage expérimental schématisé sur le document 1 et les enregistrements des stimulations isolées, d'intensité croissante (I_1 ; I_2 ; I_3 ; I_4 ; I_5 ; I_6) obtenus au niveau des électrodes réceptrices E_α et E_β représentés sur le document 2.



Document 1



Document 2

Cet élève ne comprend pas les résultats obtenus, il demande ton aide.

1. Définis la notion de synapse.
2. Identifie de manière précise les structures représentées par les lettres a, b, c et d (document 1).
3. Analyse les enregistrements obtenus en E_α et en E_β (document 2).
4. Interprète les enregistrements obtenus en E_α et en E_β.

Corrigé

1. Une synapse est une jonction entre deux neurones ou entre un neurone et une cellule musculaire.

2. Identification des structures a, b, c et d

a : synapse neuromusculaire ; b : fibre nerveuse ou axone (*Accepter b : neurone*) ; c : nerf ; d : synapse neuro-neuronique.

3. Analyse des enregistrements

En E_α : L'amplitude des potentiels d'action croît avec l'intensité de stimulation jusqu'à l'intensité I_5. Les intensités I_5 et I_6 donnent une amplitude maximale et constante.

En E_β : Pour les trois premières stimulations, on n'enregistre que l'artefact de stimulation (l'axone ne répond pas). À partir de la quatrième stimulation, la fibre nerveuse répond par un potentiel d'amplitude maximale et constante.

Méthode

S'appuyer sur les connaissances relatives aux synapses.

Connaître les différents types de synapses.

Mettre en relation les différentes intensités de stimulation et la variation des réponses obtenues pour chaque électrode.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 115 27/02/2025 16:54

4. Interprétation des enregistrements

En Eα : l'amplitude des potentiels d'action croît avec l'intensité de stimulation car le nombre de fibres excitées augmente au fur et à mesure que l'intensité de stimulation augmente jusqu'à ce que toutes les fibres soient excitées (C'est le phénomène de sommation). Pour les intensités I_5 et I_6, toutes les fibres sont stimulées ce qui explique que l'amplitude des potentiels d'action reste constante et maximale.

E_β : Les intensités I_1 ; I_2 et I_3 faibles, ne provoquent pas de réponse de l'axone parce que ces stimulations sont infraliminaires. L'excitation d'intensité I_5 qui donne la première réponse de la fibre nerveuse est l'intensité seuil. Les intensités I_5 et I_6 sont des intensités supraliminaires. Dès que l'intensité seuil est atteinte, la fibre répond par un potentiel d'action d'amplitude d'emblée maximale. On dit que la fibre nerveuse obéit à loi du « tout ou rien ».

Expliquer l'évolution des réponses obtenues en s'appuyant sur la nature de la structure nerveuse étudiée (le nerf ou la fibre nerveuse).

Résumé de cours

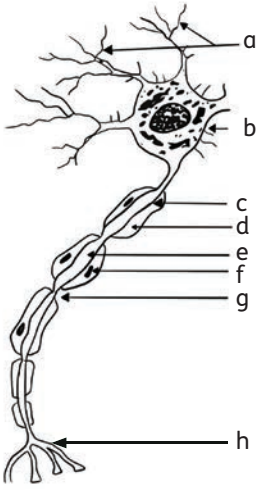
Le neurone est le support de l'information nerveuse au niveau de l'organisme. Au repos, il existe une différence de potentiel entre les deux faces de la membrane du neurone. Ce potentiel est appelé potentiel de repos. Il est dû à une concentration ionique différente entre l'intérieur de la cellule et le milieu extérieur. Ce phénomène s'explique par une différence de perméabilité de la membrane aux ions Na^+ et K^+. Lorsqu'on porte une stimulation efficace au neurone, on obtient un potentiel d'action. Lorsque les stimulations n'atteignent pas un seuil d'intensité il n'y a pas de potentiel propagé. Le potentiel d'action correspond à une inversion de polarisation brève et localisée : le potentiel de la face interne de la membrane passe brusquement de -70mV à +30mV. La naissance et le déplacement des potentiels d'action sont déterminés par des mouvements d'ions (Na^+ et K^+) de part et d'autres de la membrane des neurones. Le nerf est constitué de faisceaux de fibres nerveuses et possède des propriétés spécifiques : l'excitabilité (Rhéobase, temps utile et chronaxie) et la conductibilité (La vitesse de propagation des potentiels d'action dépend du diamètre de la fibre, l'existence ou non d'une gaine de myéline et de la température). La transmission des messages nerveux d'un neurone à l'autre ou d'un neurone à un effecteur se fait par l'intermédiaire de substances chimiques appelées neurotransmetteurs au niveau de structures spécialisées, les synapses. Sur un même neurone, il existe des synapses qui permettent la transmission des messages nerveux (synapses excitatrices) et d'autres qui empêchent cette transmission (synapses inhibitrices).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 116 27/02/2025 16:54

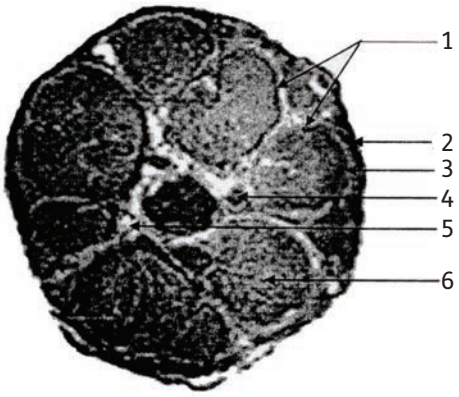
Exercices de renforcement

Exercice 1

Les documents ci-dessous ainsi que les annotations suivantes sont relatives aux structures nerveuses : *périnèvre ; vaisseau sanguin ; cellule de Schwann ; arborisation terminale ; épinèvre ; structure d'un neurone ; tissu conjonctif ; dendrites ; noyau de la cellule de Schwann ; coupe transversale d'un nerf ; gaine de myéline ; fibre nerveuse ; nœud de Ranvier ; soma ; faisceaux de fibres nerveuses ; axone.*



Document 1



Document 2

Annote chaque structure, en faisant correspondre à chaque lettre ou à chaque chiffre le nom qui convient.

Exercice 2

Les mots et les groupes de mots suivants sont extraits du texte ci-dessous relatif à la naissance du message nerveux dans l'organisme : *une entrée importante ; l'ouverture ; positive ; supérieure ; repolarisation ; Na^+ ; dépolarisation ; négative ; l'hyperpolarisation ; la pompe ionique Na^+/ K^+.*

Lorsqu'on excite efficacement une fibre nerveuse, les canaux à voltages dépendants s'ouvrent, ce qui entraîne une ...**1**... massive d'ions Na^+. La concentration en ions positifs à l'intérieur de la membrane de la fibre devient ....**2**....à celle de l'extérieur de la membrane. L'intérieur devient alors ...**3**... et l'extérieur devient ...**4**... : c'est la ...**5**... . Les canaux à Na^+ voltages dépendants se ferment suivis par ...**6**... des canaux à K^+ voltages dépendants. Cette ouverture des canaux engendre ...**7**... d'ions K^+. Ce qui augmente la concentration en cations à l'extérieur de la membrane et crée un déficit à l'intérieur de la membrane. L'intérieur est chargé négativement et l'extérieur est chargé positivement : c'est le retour à la polarité initiale ou ...**8**... . Les canaux K^+ voltages dépendants se referment. Cependant certains canaux potassiques se ferment tardivement favorisant une sortie excessive des ions K^+ responsables de ...**9**... observée. Vers la fin du potentiel d'action, le retour au potentiel de repos est dû à l'action de ...**10**... qui fait sortir 3 ions Na^+ et fait entrer 2 ions K^+ contre leur gradient de concentration.

Fais correspondre à chaque chiffre du texte le mot ou le groupe de mots qui convient.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 117 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercice 3

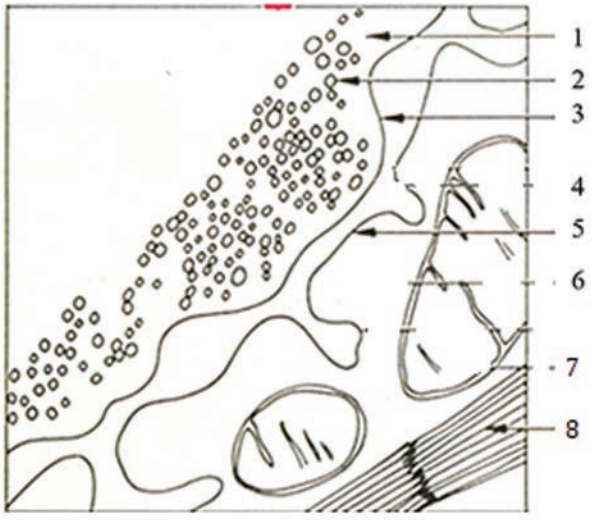
Les affirmations ci-dessous se rapportent au potentiel de repos et au potentiel d'action :

1. Le potentiel de repos est dû à une inégale répartition des ions Na^+ et K^+ de part et d'autre de la membrane.
2. La concentration des ions Na^+ est plus élevée à l'extérieur qu'à l'intérieur de la membrane.
3. La concentration des ions K^+ est plus élevée à l'extérieur qu'à l'intérieur de la membrane.
4. La pompe sodium potassium ATPase assure la dissymétrie ionique en expulsant plus d'ions K^+ qu'elle ne fait entrer d'ion Na^+.
5. Lorsqu'une fibre nerveuse est excitée efficacement, elle se dépolarise.
6. La dépolarisation de la membrane de la fibre nerveuse excitée est due à l'ouverture des canaux potassiques voltage-dépendants.

Réponds par "Vrai" ou par "Faux" à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

Exercice 4

Le document ci-dessous présente la coupe partielle d'une jonction neuromusculaire observée au microscope électronique. Pour l'annoter, tu disposes de la liste suivante :
membrane postsynaptique ; myofibrille ; vésicule synaptique ; cellule musculaire ; terminaison axonale ; membrane présynaptique ; mitochondrie ; fente synaptique.



Associe à chaque chiffre du schéma, le mot ou le groupe de mots qui convient.

Exercice 5

Les mots ou groupes de mots suivants sont les différentes parties du neurone et celles de la coupe transversale du nerf : soma ; nœud de Ranvier ; périnèvre ; axone ; faisceau de fibres nerveuses ; gaine de myéline ; tissu conjonctif ; fibre nerveuse ; noyau ; arborisation terminale.
Range-les dans le tableau ci-dessous, selon la structure dont ils désignent une partie.

Parties observées sur l'ultrastructure du neurone	Parties observées sur la coupe transversale du nerf

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 118 27/02/2025 16:54

Exercices d'approfondissement

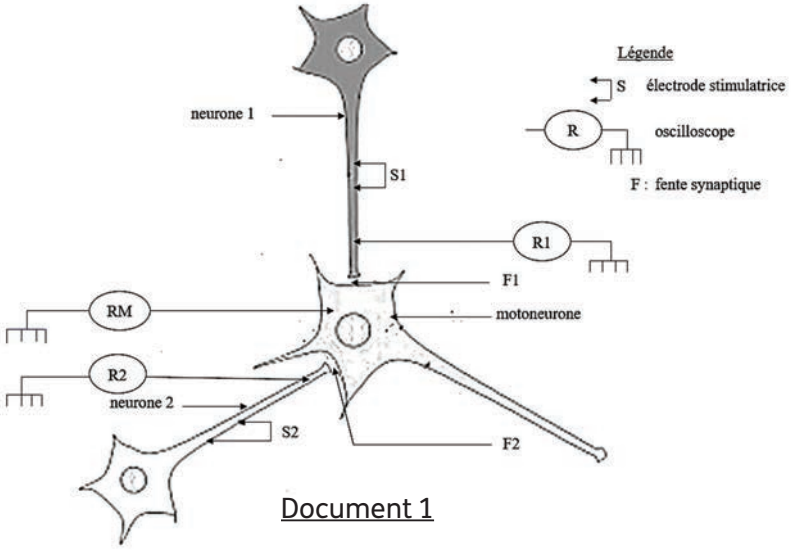
Exercice 1

Dans le cadre de la préparation du devoir de niveau, des élèves de ta classe cherchent à approfondir leurs connaissances sur le mécanisme de la transmission synaptique de l'influx nerveux dans l'organisme. Dans leurs recherches, ils découvrent dans un manuel de biologie, des expériences et leurs résultats.

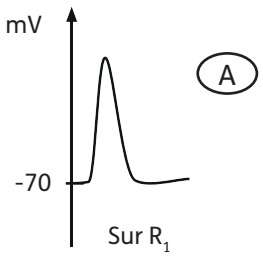
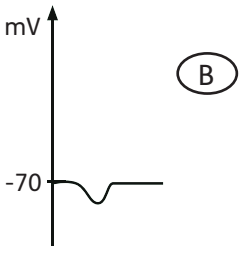
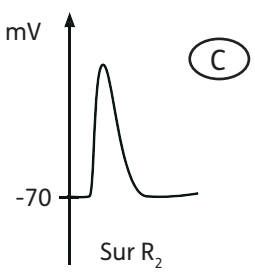
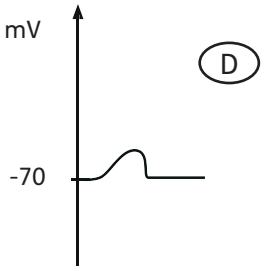
Le dispositif expérimental du document 1 permet de réaliser ces expériences.

Expérience 1 : On porte une stimulation S_1 sur le neurone 1 et une stimulation S_2 sur le neurone N_2. On observe les réponses au niveau des électrodes réceptrices R_1 ; R_2 et RM placées respectivement sur le neurone 1, le neurone 2 et le motoneurone (Voir document 2).

Expérience 2 : À l'aide d'une seringue, on injecte l'acétylcholinestérase au niveau de la fente synaptique F_2 puis on stimule le neurone N_2. On observe la disparition de l'enregistrement D au niveau du motoneurone (M).



Document 1

	Sur R_1 ou R_2	Sur RM
Simulation en S_1		
Simulation en S_2		

Document 2

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 119 27/02/2025 16:54

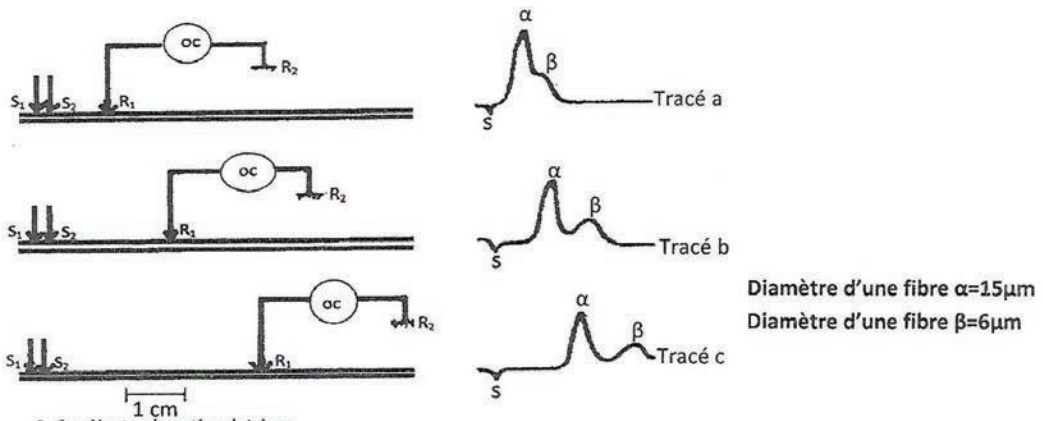
L'exploitation des résultats de ces expériences s'avère difficile pour ces élèves qui sollicitent ton aide.

1. Nomme les enregistrements A, B et D du document 2.
2. Identifie les synapses N_1 – M et N_2 – M.
3. Interprète ioniquement les enregistrements B et D.
4. Explique le résultat de l'expérience 2.

Exercice 2

Ton camarade de classe, absent au cours des SVT pour raison de maladie, effectue des recherches pour mieux comprendre le fonctionnement du tissu nerveux. Il découvre dans son manuel des SVT les expériences ci-dessous de stimulation d'un nerf rachidien.

« Sur un nerf rachidien de vertébré composé de fibres α et β, on porte une stimulation. Le stimulus présente les mêmes caractéristiques mais on fait varier la distance séparant l'électrode stimulatrice S_2 de la première électrode réceptrice R_1(Document 1a). Les résultats sont représentés par les tracés du document 1b. Le document 2 présente le temps d'apparition de chaque pic en fonction du tracé ».



DOCUMENT 1a DOCUMENT 1b

DOCUMENT 1

	Premier pic (α)	Deuxième pic (β)
Tracé a	2,5ms	3,5ms
Tracé b	6ms	10ms

Document 2

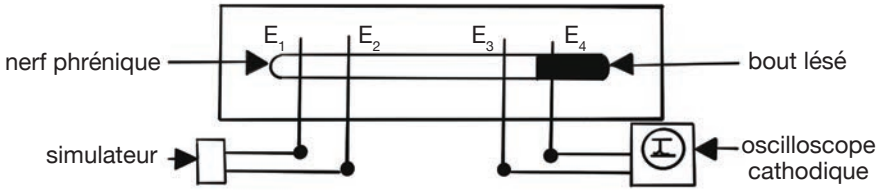
Il te présente ces documents et sollicite ton aide pour les exploiter.

1. Nomme les tracés a, b et c.
2. Explique la variation de forme des tracés du document 1.
3. Calcule, en utilisant le document 1a et le document 2, la vitesse de conduction de l'influx nerveux dans chaque groupe de fibres.
4. Établis une relation entre la vitesse de conduction de l'influx nerveux et le diamètre des fibres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 120 27/02/2025 16:54

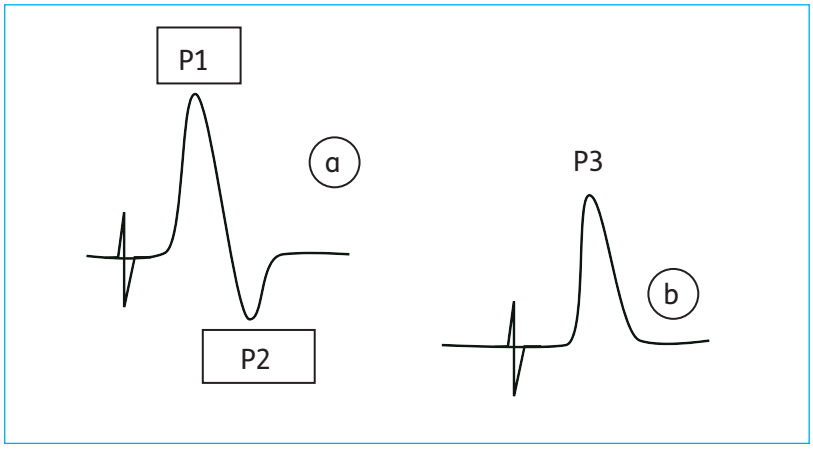
Exercice 3

Dans le cadre de la préparation de leur devoir de niveau sur le fonctionnement du tissu nerveux, des élèves de ta classe découvrent dans un livre de biologie, le montage du document 1 ci-dessous ayant permis d'étudier quelques aspects de la physiologie du nerf.



Document 1

Avant de léser le bout d'un nerf comme le montre le montage, l'expérimentateur a pris soin de porter sur le nerf, une stimulation efficace S_1 et obtient l'enregistrement a du document 2. Il reprend la manipulation avec la même stimulation S_1 après avoir lésé le nerf et obtient l'enregistrement b du document 2.



Document 2

Ces élèves te sollicitent pour l'exploitation des résultats obtenus.

1. Nomme avec précision les enregistrements a et b.
2. Analyse l'enregistrement b.
3. Interprète l'enregistrement b sur le plan électrique.
4. Explique la différence entre ces deux enregistrements.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 121 27/02/2025 16:54

Approfondis tes connaissances

Neurotransmetteur : définition, rôle et fonctionnement

Les neurotransmetteurs participent à la communication entre le cerveau et l'organisme. Sans eux, il n'y aurait ni mémoire ni sentiment. Les neurotransmetteurs ont de multiples fonctions. Comment les définir et quels sont leurs modes de fonctionnement ?

Quelle est l'anatomie des neurotransmetteurs ?

Un neurotransmetteur, ou neuromédiateur, est un messager chimique qui assure la transmission de l'information d'une cellule nerveuse (neurone) à une autre, en franchissant l'espace situé entre ces cellules, la synapse.
La cellule nerveuse est responsable de la transmission de l'influx nerveux. L'influx nerveux est une activité électrique qui se répand dans le système nerveux grâce à la stimulation de neurones successifs.
Le neurone qui libère les neurotransmetteurs est qualifié de présynaptique et celui qui le reçoit, de postsynaptique.
Pour un neurotransmetteur donné, il existe plusieurs récepteurs différents qui lui sont significatifs. C'est la présence ou l'absence de ces récepteurs sur ce neurone postsynaptique qui déterminent les réactions chimiques particulières qui mène à l'excitation ou à l'inhibition de ce neurone.
Il y a des différences fondamentales entre les variétés de neurotransmetteurs. Certains commandent votre fréquence cardiaque et votre tension artérielle, tandis que d'autres vous font éprouver des joies ou des peines, fixent votre humeur ou vous aident à vous endormir.

Quels sont les effets des neurotransmetteurs ?

Les neurotransmetteurs se classent en deux catégories selon le type d'action qu'ils réalisent.
Certains sont dits excitateurs, lorsqu'il déclenche un influx nerveux dans le neurone récepteur (postsynaptique). D'autres, sont observés comme inhibiteurs, c'est-à-dire qu'ils empêchent le déclenchement d'un influx nerveux et aident votre cerveau à mettre fin aux actions.
« Excitateurs » ou « inhibiteurs », ils sont nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme.
En voici quelques-uns parmi les principaux :

- **L'acétylcholine** est un neurotransmetteur excitateur très connu qui provoque la contraction musculaire et stimule l'expulsion de certaines hormones. Ainsi, l'acétylcholine entre en jeu chaque fois que vous bougez vos muscles, que ce soit lors de mouvements volontaires ou involontaires comme les battements du cœur. Dans le système nerveux central, il est responsable de l'éveil, l'attention, la colère, l'agression, la sexualité et la soif ;
- **La dopamine** est un neurotransmetteur qui est responsable de notre énergie et de la posture. Elle régule l'humeur. C'est elle qui est impliquée dans la recherche du plaisir ou des émotions. La dopamine revigore votre cerveau et vous assure des sensations de plaisir ;
- **Le glutamate** est courant dans notre alimentation et agit comme un neurotransmetteur excitateur, en stimulant les neurones dans les commandes majeures.
- **La noradrénaline** est un neurotransmetteur important pour l'attention, l'éveil, le sommeil, le rêve, la sensibilité aux signaux émotionnels (peur, plaisir, désir sexuel) et l'apprentissage. La noradrénaline agit également comme une hormone lorsqu'elle est libérée dans le sang où elle resserre les vaisseaux sanguins et augmente la fréquence cardiaque.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 122 27/02/2025 16:54

Approfondis tes connaissances

Quels sont les neurotransmetteurs impliqués dans certaines pathologies ?

Cependant, lorsque l'action des neurotransmetteurs est troublée, on voit fréquemment apparaître des troubles du comportement, comme l'anxiété, la dépression, voire l'agressivité. Ces neurotransmetteurs font partie de la famille des acides aminés sauf l'acétylcholine.

- La "maladie d'Alzheimer" est associée à un manque d'acétylcholine dans certaines régions du cerveau.
- La perte de dopamine dans certaines parties du cerveau entraîne la rigidité musculaire typique de la maladie de Parkinson. Libérer une surabondance de dopamine, crée une sensation temporaire de plaisir, ou d'euphorie, en revanche, l'effondrement qui suit un pic de dopamine peut être brutal et vous faire ressentir de la déprime, de la fatigue.
- En trop grande quantité, le glutamate peut être délicat à gérer pour le cerveau car ils peuvent surexciter les cellules, à un point où les neurones n'arrivent plus à diminuer leur niveau d'énergie. Cet état d'excitation peut mener les cellules à arrêter de fonctionner. Le glutamate serait aussi lié à la maladie d'Alzheimer. En effet, les premiers symptômes sont généralement au niveau de la mémoire.
- La noradrénaline : si l'équilibre est perturbé, il y a apparition de troubles de l'humeur, le repli sur soi, le détachement, la démotivation, la dépression et la baisse de la libido.

Comment corriger les carences des neurotransmetteurs ?

En l'absence de maladie, ou de symptôme de déséquilibre, il semble possible de stimuler certaines fonctions du cerveau.
Les chercheurs ont montré que l'on peut procéder directement sur le niveau de certains neurotransmetteurs en modifiant dans l'alimentation la quantité des acides aminés qui leur donnent naissance mais aussi en faisant appel à des compléments nutritionnels adaptés.
Les acides aminés proviennent de la dégradation des protéines présentes dans les viandes, œuf, poisson, produits laitiers. En revanche, l'acétylcholine est fabriquée à partir de choline, une substance apportée par les graisses alimentaires, le jaune d'œuf, la viande, le germe de blé, le soja, les crucifères.
Il est donc parfois possible d'adapter l'action d'un neurotransmetteur.

Angéline Galinier-Warrain,
Neurotransmetteur : définition, rôle et fonctionnement in passeportsante.net

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 123 27/02/2025 16:54

Leçon 3

Le fonctionnement du muscle strié squelettique

Situation d'apprentissage

Pendant les cours d'Éducation Physique et Sportive (EPS), votre professeur fait régulièrement la promotion d'une bonne musculature pour avoir de bonnes performances sportives. Selon lui, les muscles striés squelettiques sont les organes spécialisés permettant les mouvements d'un organisme. Ils sont commandés par le système nerveux central et peuvent dépendre ou non de la volonté. Des élèves intéressés par le sujet veulent comprendre le fonctionnement du muscle strié squelettique.

Ils décident alors de déterminer sa structure, d'identifier les manifestations de son activité, d'expliquer le mécanisme de la contraction musculaire.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 124 27/02/2025 16:54

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Déterminer	- les aspects mécaniques de la contraction musculaire ; - les phénomènes qui accompagnent la contraction musculaire.
Annoter	- le schéma de la coupe transversale du muscle ; - le schéma de l'ultrastructure de la fibre musculaire.
Expliquer	- le mécanisme de la contraction musculaire ; - les différentes voies métaboliques intervenant dans la restauration de l'ATP utilisé lors de la contraction.
Schématiser	un sarcomère en activité et un sarcomère au repos.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1 Déterminer les aspects mécaniques de la contraction musculaire

1-1 Dispositif d'enregistrement des contractions musculaires

L'expérience est réalisée sur une grenouille privée de mouvements volontaires par destruction de l'encéphale et de mouvements réflexes par destruction de la moelle épinière. Le tendon qui relie le gastrocnémien au pied est sectionné et relié par un fil au stylet inscripteur dont la pointe peut se déplacer sur un cylindre entouré d'un papier enduit de fumée noire. Le cylindre peut tourner autour de son axe. On met le cylindre en marche, puis le muscle est excité par l'intermédiaire du nerf sciatique.

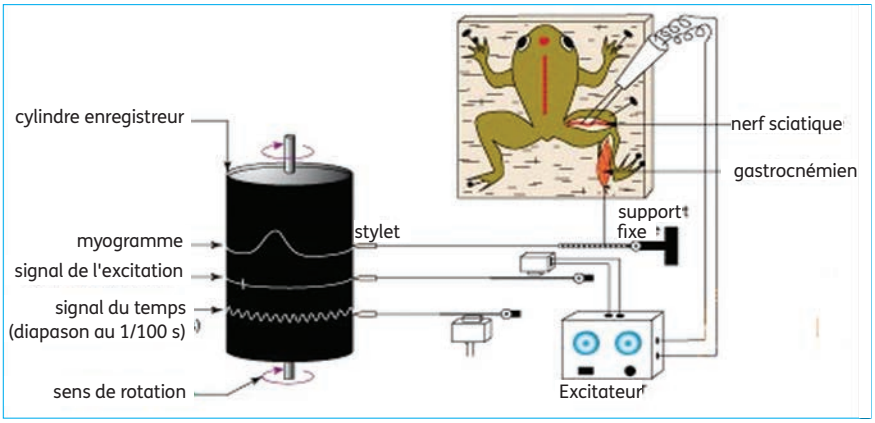


Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental d'enregistrement de la contraction musculaire

1-2 Réponse du muscle à une stimulation efficace

Protocole expérimental

On stimule le muscle par une excitation électrique unique et efficace, le myogramme ci-après représente la réponse obtenue.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 125 27/02/2025 16:54

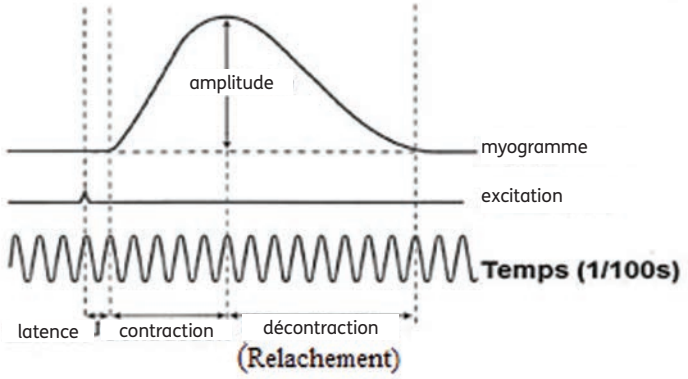


Figure 2 : Secousse musculaire isolée

- Nomme le dispositif permettant d'enregistrer les contractions musculaires.
- Relève les différentes phases de la secousse musculaire.
- Décris chaque phase.
- Tire une conclusion.

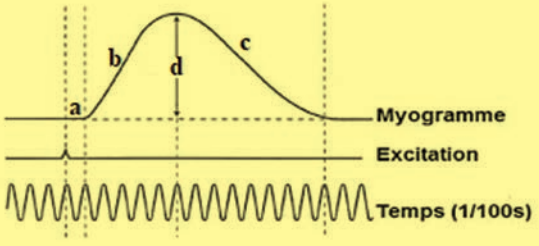
Synthèse

Le dispositif d'enregistrement des contractions musculaires est le myographe.
Lorsqu'on stimule le muscle par une excitation efficace, l'enregistrement obtenu (myogramme) est appelé secousse musculaire. La secousse musculaire comporte les phases suivantes :
La phase de latence qui correspond au temps qui sépare l'excitation et le moment du début de la réponse (temps nécessaire à l'arrivée de l'influx nerveux).
La phase de contraction qui est la phase au cours de laquelle la longueur du muscle diminue (raccourcissement du muscle).
La phase de relâchement qui est la phase au cours de laquelle le muscle reprend ses dimensions initiales (sa durée est légèrement supérieure à celle de la contraction).

Exercice de fixation

L'enregistrement ci-contre ainsi que les groupes de mots suivants se rapportent à une secousse musculaire isolée : phase de relâchement ; temps de latence ; phase de contraction ; amplitude de contraction.

Associe à chaque phase le groupe de mots qui convient, en utilisant les lettres.



SVT Terminale Manuel 27022025.indd 126 27/02/2025 16:54

1-3 Réponse du muscle à des stimulations successives d'intensité croissante

Protocole expérimental

On porte sur un muscle des stimulations successives, suffisamment séparées et d'intensité croissante ($I_1 < I_2 < I_3 \ldots < I_9$). La figure ci-dessous représente le schéma du myogramme obtenu.

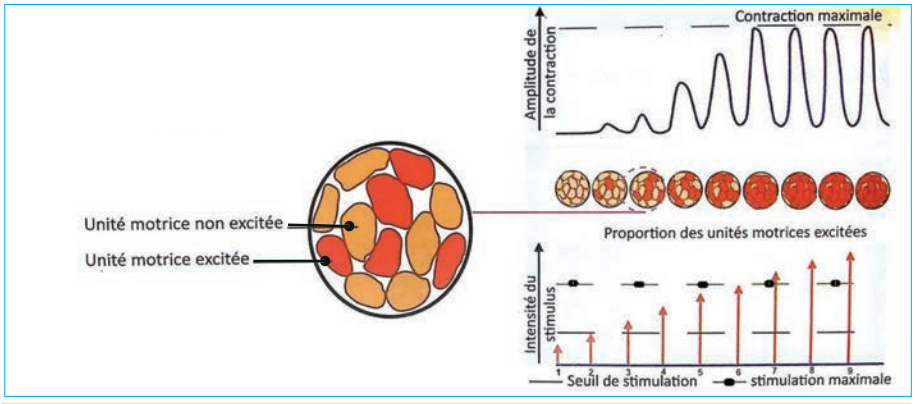


Figure 3 : Réponse du muscle à des stimulations successives d'intensité croissante

- Observe la figure 3.
- Analyse les résultats.
- Interprète-les.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Lorsqu'on soumet un muscle à des stimulations successives d'intensité croissante : la première excitation est inefficace (intensité infraliminaire), le seuil d'excitation n'est pas encore atteint.

À partir de la deuxième excitation (seuil d'excitabilité), on enregistre une réponse dont l'amplitude augmente progressivement. Cette augmentation de l'amplitude est consécutive au recrutement d'un nombre croissant de fibres musculaires : c'est le **phénomène de recrutement.**

Quand l'intensité atteint une valeur maximale (I_6), l'amplitude des secousses musculaires reste constante car toutes les fibres musculaires se contractent.

La valeur I_2 est la **rhéobase** et la valeur I_6 est le seuil de recrutement total.

1-4 Réponse du muscle à deux stimulations successives de même intensité

Protocole expérimental

On soumet un muscle à deux stimulations successives de même intensité. On répète la manipulation en faisant à chaque fois diminuer l'intervalle de temps qui sépare les deux stimulations :

Figure A : La deuxième stimulation est appliquée à la fin de la phase de relâchement de la première secousse.

Figure B : La deuxième stimulation est appliquée pendant la phase de relâchement de la première secousse.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 127 27/02/2025 16:54

Figure C : La deuxième stimulation survient lors de la phase de contraction de la première secousse.

Les myogrammes ci-dessous traduisent les réponses obtenues :

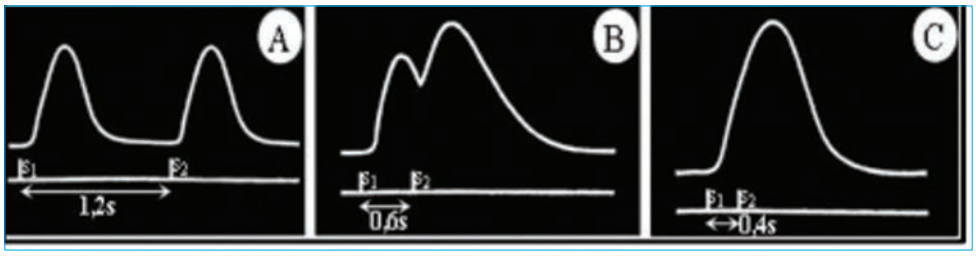


Figure 4 : Réponse du muscle à deux stimulations successives de même intensité

- Observe les myogrammes obtenus.
- Analyse ces myogrammes.
- Interprète-les
- Tire une conclusion.

1-5 Réponse du muscle à une série de stimulations successives de même intensité

Protocole expérimental

On applique sur un muscle une série de stimulations d'intensité constante mais dont on fait varier la fréquence.

Figure D : les excitations successives se répètent pendant la phase de relâchement de la secousse musculaire avec une fréquence de 10 à 15 stimulations par seconde.

Figure E : les excitations successives se répètent pendant la phase de contraction de la secousse musculaire avec une fréquence de 25 à 30 stimulations par seconde.

Les myogrammes ci-dessous traduisent les réponses musculaires obtenues.

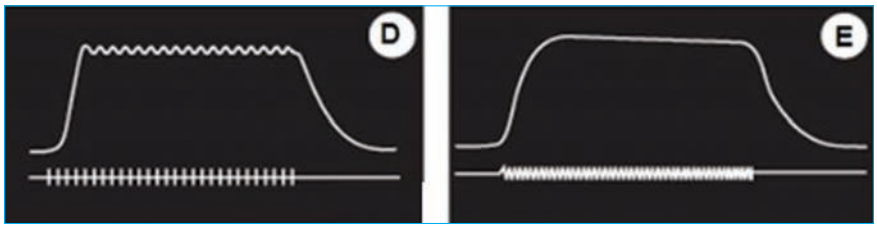


Figure 5 : Réponse du muscle à plusieurs stimulations successives de même intensité

- Observe les myogrammes obtenus.
- Analyse ces enregistrements.
- Explique-les.
- Tire une conclusion.

1-6 Réponse du muscle à une série de stimulations isolées et de façon prolongée

Protocole expérimental

On porte sur un muscle une série d'excitations isolées. L'enregistrement « a » représente la réponse à la première stimulation et l'enregistrement « b » représente la réponse à la dernière stimulation.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 128 27/02/2025 16:54

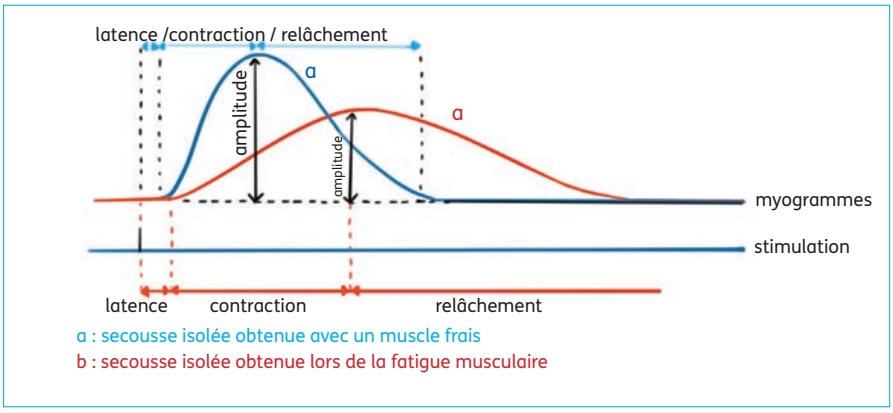


Figure 5 : Réponse du muscle frais et du muscle fatigué à une stimulation isolée

- Observe les myogrammes obtenus.
- Compare les enregistrements.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Lorsqu'on soumet un muscle à deux stimulations successives de même intensité, l'aspect du myogramme obtenu dépend de l'intervalle de temps qui sépare les deux stimulations.

Figure A : Quand les 2 stimulations sont suffisamment éloignées et que la 2ème stimulation se produit à la fin de la phase de relâchement, on enregistre deux secousses musculaires isolées identiques (même amplitude, même durée).

Figure B : Quand les deux stimulations sont rapprochées et que la 2ème stimulation se produit pendant la phase de relâchement de la première secousse du muscle, on observe **une fusion incomplète** (partielle) des deux secousses musculaires avec une augmentation de l'amplitude de la deuxième secousse.

Figure C : Quand les deux stimulations sont très rapprochées et que la 2ème stimulation se produit pendant la phase de contraction de la 1ère secousse du muscle, on observe **une fusion complète** (totale) des deux secousses qui apparaissent comme s'il n'y a qu'une seule secousse d'une amplitude plus grande.

Les myogrammes A et B mettent en évidence le phénomène de la sommation des secousses : la tension générée par la deuxième secousse s'ajoute à celle produite par la première secousse.

Figure D : Quand la fréquence des excitations est faible de telle sorte que chaque excitation se produit pendant la phase de relâchement de la secousse relative à l'excitation précédente, le myogramme obtenu donne des secousses avec fusion incomplète ou partielle. Ce myogramme est appelé **tétanos imparfait**.

Figure E : Quand la fréquence des excitations est forte de telle sorte que chaque excitation se produit pendant la phase de contraction de la secousse relative à l'excitation précédente, le myogramme obtenu donne des secousses avec fusion complète ou total. Ce myogramme est appelé **tétanos parfait.**

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 129 27/02/2025 16:54

Lorsque le muscle **se fatigue** après avoir subi une série d'excitations successives, l'amplitude de la réponse devient faible et la durée de la relaxation devient plus longue.

Synthèse

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous sont relatives à l'aspect mécanique de la contraction musculaire.

1. Lorsque le muscle reçoit une stimulation unique, celui-ci développe une secousse musculaire isolée.
2. Lorsque le muscle est stimulé à faible fréquence, la fusion des secousses élémentaires est complète.
3. Lorsqu'on applique une succession de stimulations très rapprochées, on obtient un tétanos imparfait.
4. Lorsqu'on applique un deuxième potentiel d'action avant le relâchement total de la fibre musculaire, et spécialement durant la phase de contraction, il se produit une sommation des contractions.
5. Lorsqu'une seule stimulation musculaire est appliquée, il en résulte plusieurs secousses élémentaires.
6. Lorsque la deuxième excitation est appliquée longtemps après la première, on enregistre deux secousses musculaires indépendantes de même amplitude.

Réponds par "Vrai" ou par "Faux" à chacune de ces affirmations, en utilisant les chiffres.

Activité 2 Déterminer les phénomènes qui accompagnent la contraction musculaire

2-1 Phénomènes électriques

On enregistre simultanément les activités électrique et mécanique d'un muscle stimulé.
Le potentiel d'action musculaire (PAM) représente l'activité électrique du muscle.

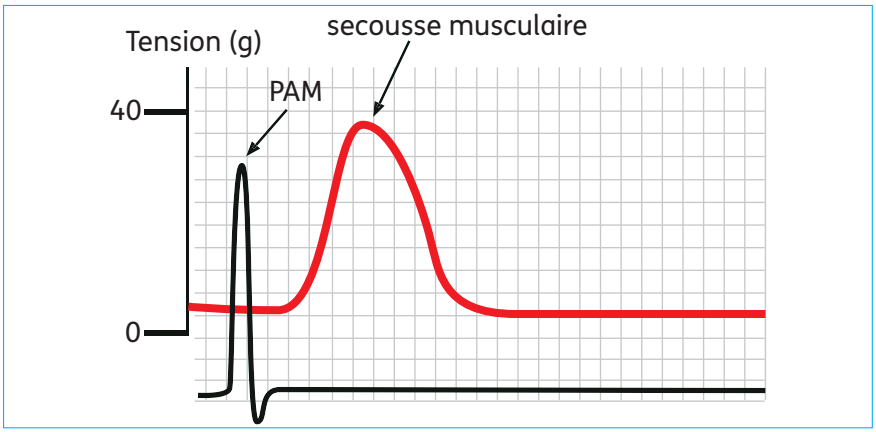


Figure 7 : Secousse musculaire et phénomène électrique

- Observe la figure.
- Analyse les résultats.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 130 27/02/2025 16:54

2-2 Phénomène chimique

Protocole expérimental

Première expérience : Au début du vingtième siècle, les physiologistes CHAUVEAU et KAUFMAN ont analysé le sang entrant et le sang sortant du muscle releveur de la lèvre supérieure d'un cheval. Les résultats sont présentés dans le **tableau 1**.

Deuxième expérience : Chez une personne de 70 kg qui réalise un exercice musculaire dont l'intensité croît progressivement, on mesure la consommation d'oxygène (O_2) et la concentration de l'acide lactique dans le sang en fonction de l'intensité de l'effort musculaire. Le **tableau 2** traduit les résultats de ces mesures.

Caractéristiques	Muscle au repos	Muscle en activité
Volume de sang traversant le muscle	12,220 l	56,325 l
O_2 utilisé	0,307 l	5,207 l
CO_2 rejeté	0,220 l	5,950 l
Glucose utilisé	2,042 l	8,432 l
Protides utilisés	0 g	0 g
Lipides utilisés	0 g	0 g

TABLEAU 1 : Paramètres sanguins en fonction de l'état du muscle

Intensité de l'effort musculaire en KJ/min	Consommation d'O_2 en l/min	Concentration de l'acide lactique en g/l
44	2,17	-
52	2,8	-
58,5	3,01	-
68	3,04	1,985
79,5	3,04	13,43
92	3,04	26,8

TABLEAU 2 : Paramètres sanguins en fonction de l'effort musculaire

- Observe les tableaux 1 et 2.
- Analyse les données de ces tableaux.
- Détermine pour chaque expérience l'origine de l'énergie nécessaire à la contraction musculaire.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Le Potentiel d'action musculaire (PAM) est toujours enregistré pendant le temps de latence de la secousse musculaire. L'activité électrique précède l'activité mécanique du muscle. C'est donc l'activité électrique (PAM) qui déclenche l'activité mécanique (contraction musculaire).

L'activité musculaire nécessite une dépense d'énergie. Pour se procurer l'énergie nécessaire à la contraction, les cellules musculaires utilisent la respiration, ou la fermentation lactique (ou les deux à la fois).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 131 27/02/2025 16:54

Synthèse

L'utilisation de la respiration cellulaire au cours de l'effort musculaire se traduit par une augmentation de la consommation de dioxygène (O_2) et du glucose, ainsi que par un dégagement très important de dioxyde de carbone (CO_2).
Quant à la fermentation lactique, elle se manifeste par une augmentation de la consommation du glucose et de la production de l'acide lactique.
Le glucose consommé par le muscle pour se procurer l'énergie nécessaire à la contraction provient du sang d'une part, et de la dégradation du glycogène musculaire d'autre part. C'est pour cela que les réserves musculaires en glycogène diminuent lors de l'activité musculaire.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente quelques phénomènes qui accompagnent la contraction musculaire et leur nature.

Phénomènes	Nature des phénomènes
1. Potentiel d'Action Musculaire	a) Électrique
2. Consommation du glucose	
3. Production de l'acide lactique	b) Chimique
4. Activité électrique du muscle	

Associe chaque phénomène à sa nature, en utilisant les chiffres et les lettres.

Activité 3 Décrire la structure du muscle squelettique et de la fibre musculaire

Figure 8 : Coupe transversale d'un muscle squelettique

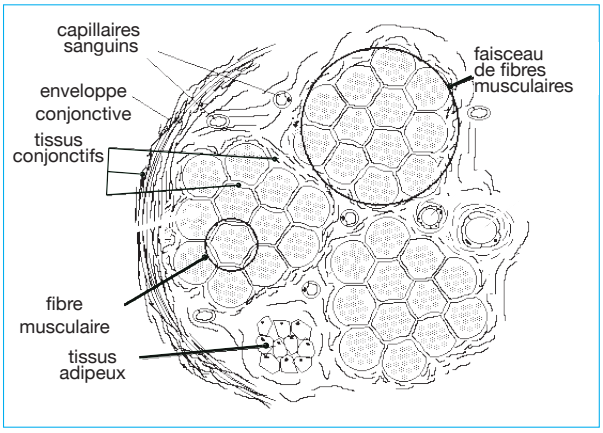
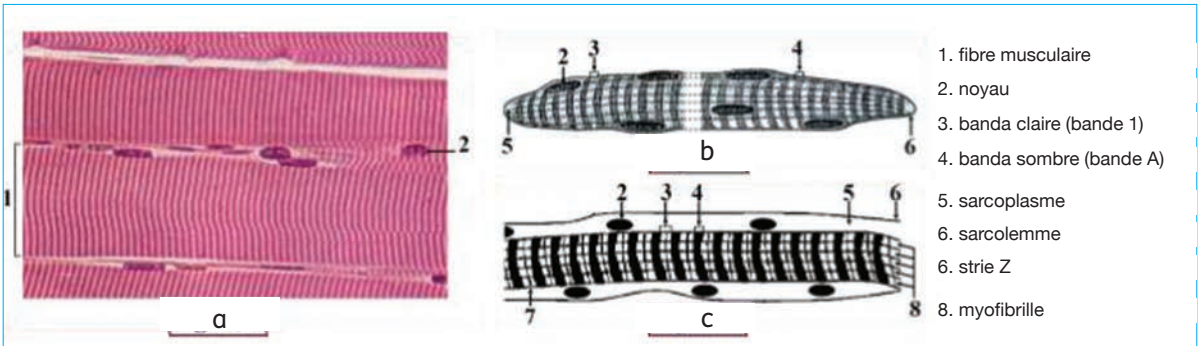


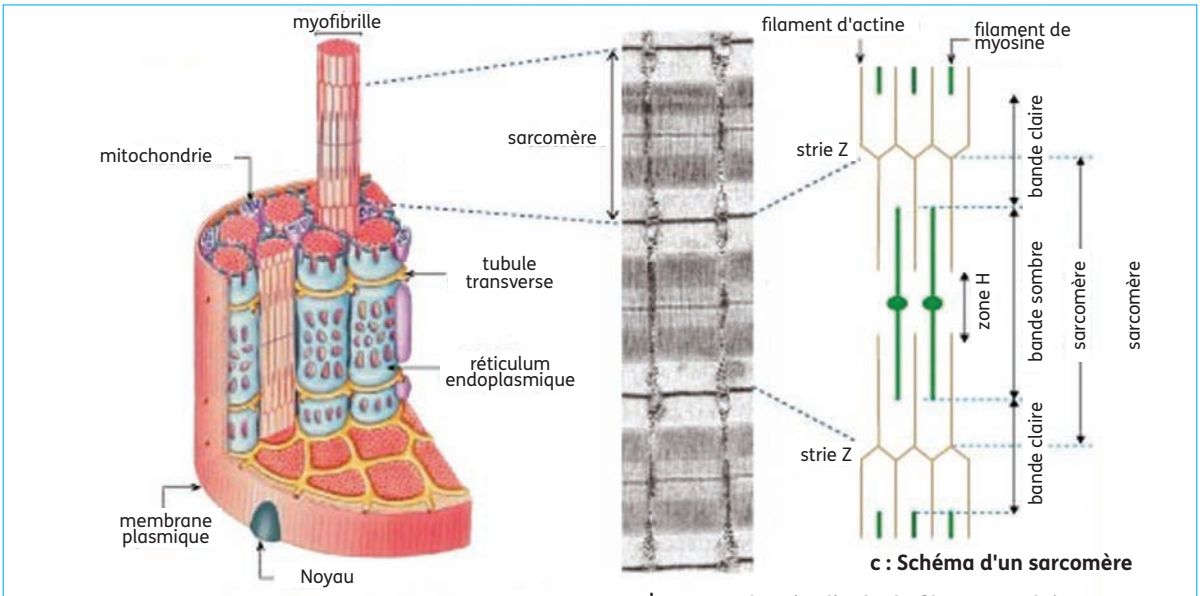
Figure 9 : Schéma de la coupe transversale d'un muscle squelettique

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 132 27/02/2025 16:54



a : **coupe longitudinale d'un muscle strié observée au microscope optique.**
b : **schéma tridimensionnel d'une fibre musculaire.**
c : **schéma d'une coupe longitudinale d'une partie d'une fibre musculaire.**

Figure 10 : Organisation d'une fibre musculaire

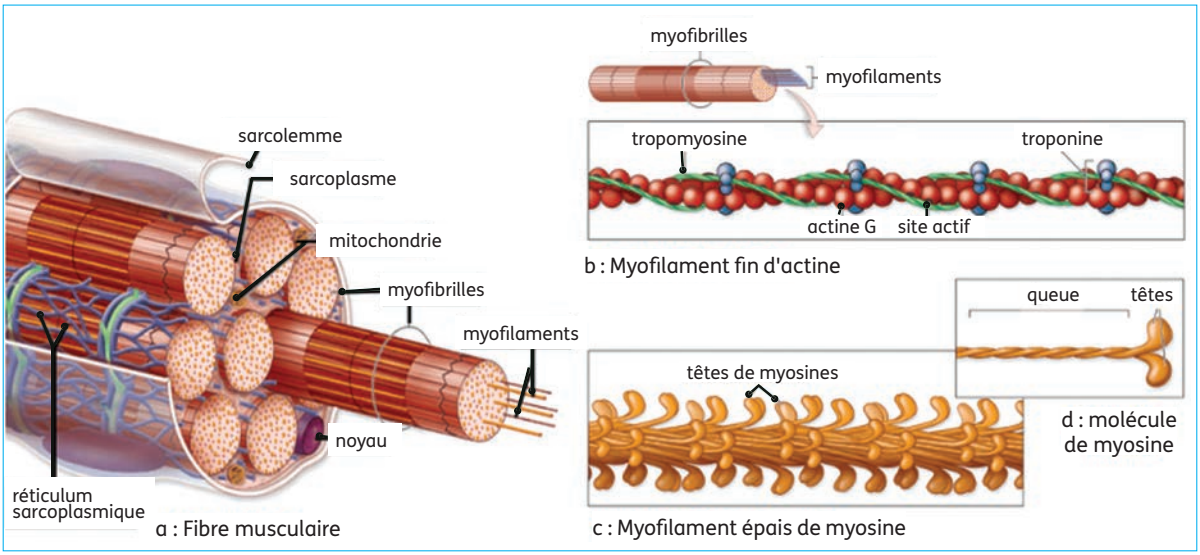


a : **Reconstitution tridimensionnelle de l'organisation de la fibre musculaire**

b : **Coupe longitudinale de fibre musculaire observée au microscope électronique**

c : **Schéma d'un sarcomère**

Figure 11 : Structure et ultrastructure d'une fibre musculaire



a : Fibre musculaire

b : Myofilament fin d'actine

c : Myofilament épais de myosine

d : molécule de myosine

Figure 12 : Structure moléculaire d'une fibre musculaire

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 133 27/02/2025 16:54

- Observe attentivement les différentes figures.
- Décris la structure du muscle et l'ultrastructure de la fibre musculaire squelettique.
- Déduis-en la notion de sarcomère.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Les muscles squelettiques ou muscles striés sont des organes rattachés au squelette par des tendons.

Chaque muscle est constitué de faisceaux musculaires qui sont eux-mêmes composés d'un ensemble de **cellules musculaires**. En plus des cellules musculaires, on trouve aussi des vaisseaux sanguins qui alimentent le muscle et des tissus conjonctifs dont le rôle est la protection et le soutien (l'épimysium qui entoure l'ensemble du muscle, le périmysium entoure le faisceau musculaire et l'endomysium autour d'une cellule musculaire).

Les **tendons**, qui dérivent de ces tissus conjonctifs, s'attachent au squelette, permettant ainsi le mouvement de l'os lorsque le muscle se contracte et se décontracte.

D'un point de vue structural, les muscles striés squelettiques sont constitués essentiellement d'éléments fins et longs appelés **les fibres musculaires**. Ces derniers sont organisés en faisceaux parallèles sur toute la longueur du muscle

Les fibres musculaires sont des cellules allongées et différenciées limitées par une membrane appelée sarcolemme. Le cytoplasme appelé sarcoplasme contient des **myofibrilles**, plusieurs noyaux périphériques, des mitochondries et possède un réticulum sarcoplasmique. Les myofibrilles présentent au microscope optique une alternance de **bandes claires** (I) et de **bandes sombres** (A). Cette striation est due à l'organisation moléculaire des myofibrilles.

Au microscope électronique, les myofibrilles apparaissent constituées de deux types de **myofilaments** :

- des **myofilaments épais** constitués de molécules de myosine, ils se localisent tout au long de la bande sombre
- des **myofilaments fins** constitués de molécules d'actine, de troponine et de tropomyosine. On les trouve dans la bande claire et aussi dans la bande sombre mais hors de la zone H.

Les myofibrilles sont des structures contractiles de nature protéique. Elles sont constituées d'une succession d'unités structurales appelées sarcomères délimités par deux **stries Z**. Chaque sarcomère est lui-même constitué d'une bande sombre médiane (bande A) encadrée par deux demi-bandes claires à ses extrémités.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 134 27/02/2025 16:54

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente la structure d'une myofibrille et les constituants y afférents.

Structure d'une myofibrille	Constituants
1. Bande A 2. Bande I 3. Filaments épais 4. Filament fin	a) Actine b) Myosine c) Troponine d) Strie Z e) Strie H

Associe à chaque élément de la structure de la myofibrille les constituants qui conviennent, en utilisant les chiffres et les lettres.

Activité 4 Déterminer le mécanisme de la contraction musculaire

4-1 Le mécanisme de la contraction musculaire au niveau des myofilaments

Les techniques de fixation des myofibrilles en état de contraction et de relâchement puis leur observation en microscopie électronique ont permis la mise en évidence des modifications structurales responsables de la contraction musculaire au niveau des sarcomères.

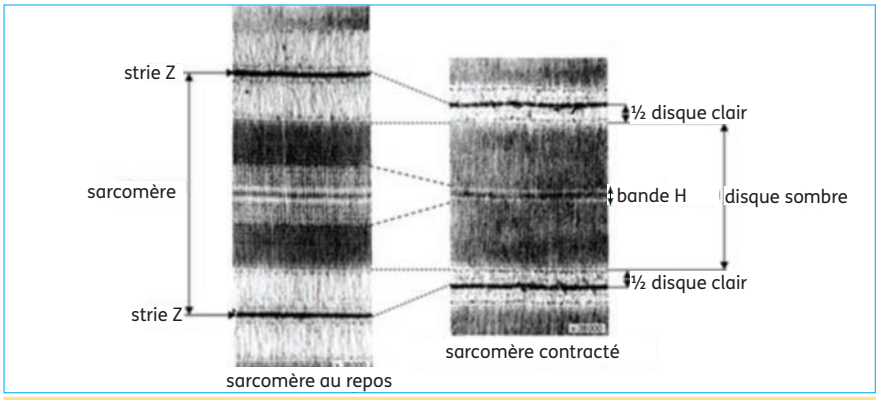


Figure 13 : Sarcomère au repos et sarcomère contracté

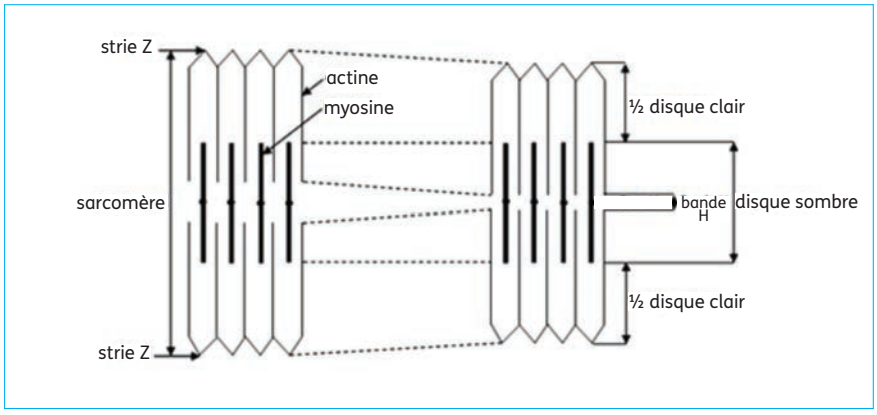


Figure 14 : Schéma d'un sarcomère au repos et d'un sarcomère contracté

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 135 27/02/2025 16:54

- Observe chaque figure
- Compare l'aspect des sarcomères au repos et en état de contraction.
- Explique le mécanisme de la contraction musculaire.
- Tire une conclusion.

Synthèse

La comparaison entre un sarcomère contracté et un sarcomère au repos, montre que la contraction se traduit par :

- Un raccourcissement des sarcomères (rapprochement des stries Z).
- Une réduction de la longueur des bandes claires et de la bande H.
- Une constance des bandes sombres.

La contraction musculaire à l'échelle cellulaire s'explique par à un raccourcissement des sarcomères se traduisant par le rapprochement des stries Z qui est dû au glissement des myofilaments d'actines entre les myofilaments de myosine.

Lors de la contraction musculaire, c'est donc l'ensemble des sarcomères et par conséquent l'ensemble des cellules musculaires qui se raccourcit, entraînant dans le mouvement les os et le corps.

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous sont relatives au mécanisme de la contraction musculaire.

Au cours de la contraction musculaire :

1. les disques sombres se raccourcissent ;
2. les disques clairs se raccourcissent ;
3. les stries Z se rapprochent ;
4. les filaments de myosine glissent entre les filaments d'actine ;
5. les filaments d'actine glissent entre les filaments de myosine.

Réponds par « Vrai » ou par « Faux » à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 136 27/02/2025 16:54

4-2 Le mécanisme de la contraction musculaire au niveau moléculaire

Les figures ci-dessous présentent les phénomènes moléculaires à l'origine de la contraction musculaire.

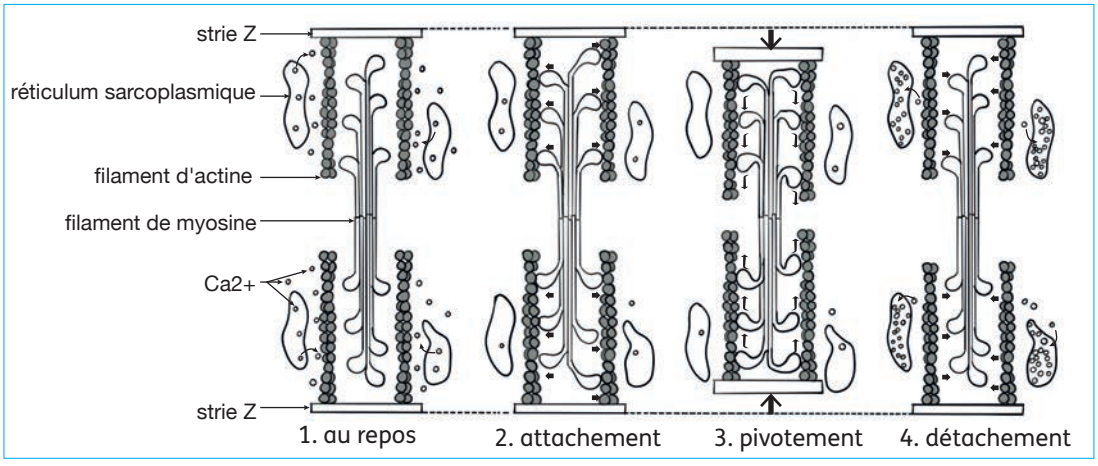


Figure 15 : Schéma des différentes étapes de la contraction musculaire au niveau moléculaire

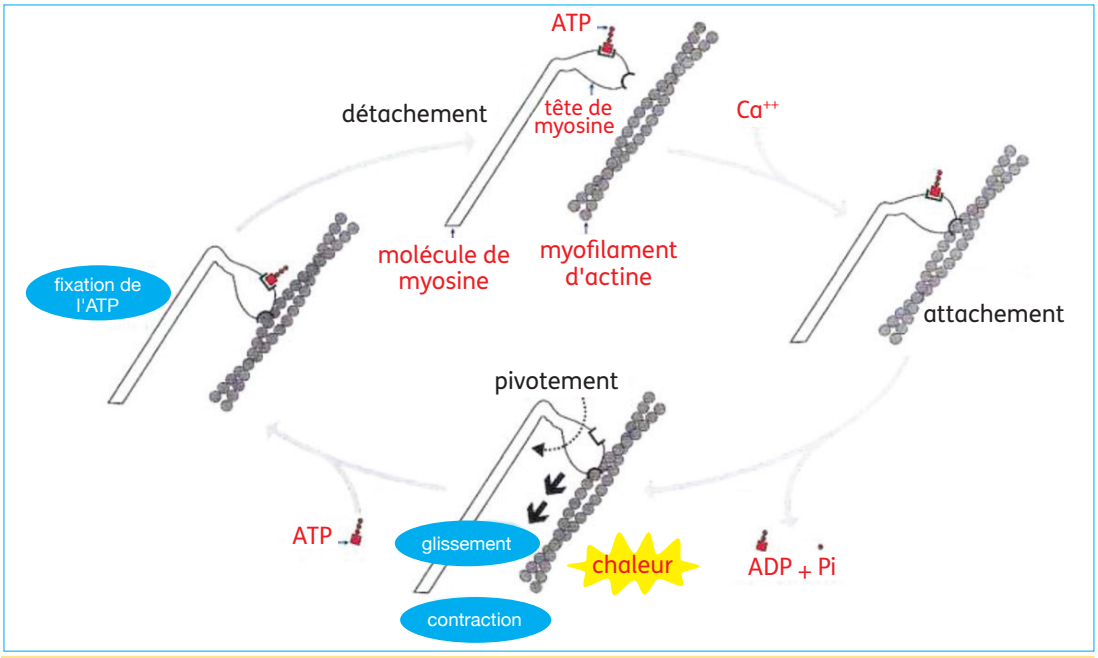


Figure 16 : Schéma explicatif de la contraction musculaire sur le plan moléculaire

- Observe attentivement chaque figure.
- Relève les différentes étapes de la contraction musculaire sur le plan moléculaire.
- Explique-les.
- Tire une conclusion.

Synthèse

La contraction musculaire (raccourcissement des sarcomères) est le résultat d'une interaction entre les molécules du filament d'actine et celles du filament de myosine.
Sur le plan moléculaire, la contraction musculaire se déroule en trois phases précédées par l'état de repos (phase de repos).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 137 27/02/2025 16:54

Synthèse

La phase de repos

- Les myofilaments fins sont séparés des myofilaments épais.
- Les molécules de tropomyosine masquent les sites de liaison situés au niveau des molécules d'actine.
- Les têtes de myosine sont perpendiculaires aux filaments d'actine ; et chaque tête fixe une molécule d'ATP.

La phase d'attachement

- L'arrivée de l'influx nerveux au réticulum sarcoplasmique provoque la libération du calcium (Ca^{++}).
- Les ions Ca^{++} se fixent sur la troponine qui se déforme et provoque le démasquage des sites de liaison entre l'actine et la myosine.
- Les têtes de myosine se lient aux molécules d'actines après avoir fixé chacune une molécule d'ATP : formation des complexes actomyosine.

La phase de glissement

La formation des complexes actomyosine active l'hydrolyse des molécules d'ATP. Une partie de l'énergie issue de l'hydrolyse de l'ATP est utilisée par les têtes de myosine qui pivotent de 45° vers le centre du sarcomère, il en résulte le glissement des myofilaments d'actine sur les myofilaments de myosine. Une autre partie de l'énergie issue de l'hydrolyse de l'ATP est dégagée sous forme de chaleur. Au cours de la contraction musculaire, les fibres musculaires convertissent l'énergie chimique issue de l'hydrolyse de l'ATP en énergie mécanique (glissement des myofilaments).

La phase de détachement

Chaque tête de myosine fixe une nouvelle molécule d'ATP, se détache de l'actine et retrouve sa position perpendiculaire par rapport au myofilament fin.
Si la stimulation nerveuse se maintient, une nouvelle contraction musculaire aura lieu. En cas d'arrêt de la stimulation nerveuse, les ions Ca^{++} retournent au réticulum sarcoplasmique et le muscle retrouve l'état de repos.

Exercice de fixation

Le texte lacunaire ci-dessous décrit le fonctionnement de la plaque motrice et le mécanisme de la contraction musculaire.

Le message nerveux arrive au muscle par l'intermédiaire du nerf. Le contact nerf - muscle forme la ...(1)... Lorsque ...(2)... arrive au niveau du bouton synaptique, il se produit une ...(3)... à l'origine de la libération, par exocytose, des ...(4)...dans la fente synaptique. Ces neuromédiateurs se fixent sur des récepteurs spécifiques et provoquent l'ouverture des canaux à sodium, à l'origine de ...(5)... de la membrane post-synaptique puis de la naissance d'un potentiel d'action. Ce message nerveux se propage le long de la membrane de la fibre musculaire, arrive aux invaginations et est transmis au réticulum endoplasmique qui libère dans le ...(6)..., les ions Ca^{2+}. Ces ions se fixent sur l'actine, au niveau des troponines pour libérer ...(7)....de la tête de myosine. La tête de myosine fixe une molécule d'ATP et se fixe à l'actine : c'est ...(8)... qui correspond au pont d'actomyosine.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 138 27/02/2025 16:54

L'hydrolyse de ...(9)... fournit l'énergie nécessaire au pivotement de la tête de myosine et le glissement des myofilaments fins entre ...(10)... . Une nouvelle molécule d'ATP se fixe sur la tête de myosine. Il y a alors détachement et retour à ...(11)... . Le réticulum endoplasmique repompe ...(12)... les ions Ca^{++} présents dans le sarcoplasme. Les filaments fins se détachent des filaments épais. C'est la relaxation ou ...(13)... .

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres :
l'influx nerveux ; entrée d'ions Ca^{2+} ; neuromédiateurs ; dépolarisation ; cytoplasme ; activement ; plaque motrice ; le site d'attachement ; l'ATP ; phase de détachement ; la phase d'attachement ; myofilaments épais ; l'état initial.

Activité 5 Expliquer les différentes voies de restauration de l'ATP lors de la contraction musculaire

Protocole expérimental

Pour mettre en évidence certaines voies métaboliques qui permettent la régénération de l'ATP, les expériences ci-dessous sont réalisées.
Les muscles gastrocnémiens de trois grenouilles sont soumis à des stimulations supraliminaires de même intensité pendant plusieurs minutes dans des conditions variées. On dose pour chaque muscle la concentration de certaines substances avant et après la contraction musculaire. Le tableau ci-dessous présente les conditions expérimentales et les résultats obtenus.

Conditions expérimentales	Observations	Produits dosés	Résultats du dosage	
			Avant la contraction	Après la contraction
Stimulation du muscle non traité	Contraction du muscle pendant 3 minutes	Glycogène Acide lactique ATP Phosphocréatine	1.62 1.5 2 1.5	1.21 1.95 2 1.5
Stimulation du muscle traité avec une substance bloquant l'utilisation du glycogène.	Contraction du muscle pendant 3 minutes	Glycogène Acide lactique ATP Phosphocréatine	1.62 1.5 2 1.5	1.62 1.95 2 0.4
Stimulation du muscle traité avec une substance bloquant l'utilisation du glycogène et de la phosphocréatine.	Contraction du muscle puis arrêt	Glycogène Acide lactique ATP Phosphocréatine	1.62 1.5 2 1.5	1.62 1.95 0 1.5

Figure 17 : Mise en évidence des voies de régénération de l'ATP lors de la contraction

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 139 27/02/2025 16:54

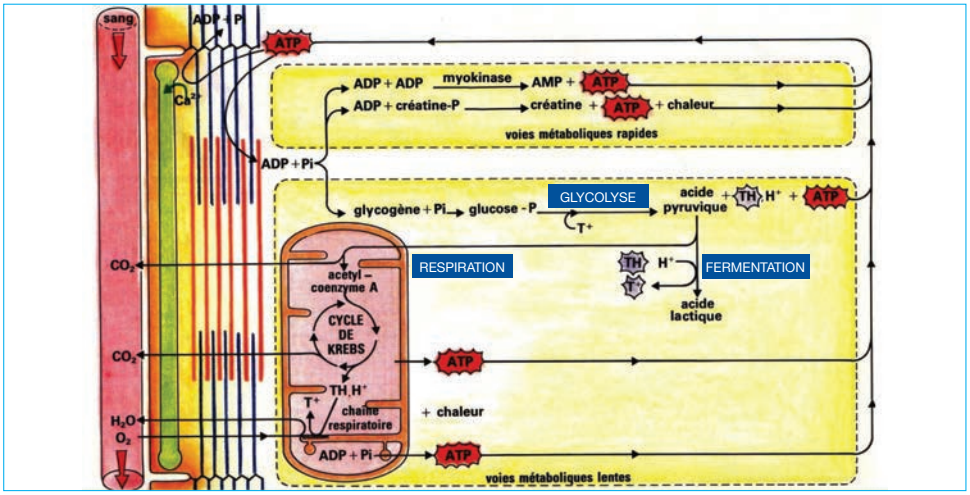


Figure 18 : Différentes voies de régénération de l'ATP

- Observe les données du tableau de la figure 18.
- Analyse les résultats obtenus.
- Explique la régénération de l'ATP par la cellule musculaire au cours de la contraction.
- Déduis les différentes voies métaboliques intervenant dans la restauration de l'ATP utilisé lors de la contraction musculaire.

Synthèse

La molécule d'ATP représente la source principale de l'énergie musculaire. L'hydrolyse de l'ATP produit de l'énergie chimique nécessaire à la contraction musculaire.
Dans un muscle, les réserves d'ATP sont faibles. À ces réserves peut correspondre une contraction de quelques secondes (2s à 3s). La régénération (resynthèse) de l'ATP est donc obligatoire. L'analyse des données du tableau montre que la phosphocréatine et le glycogène sont indispensable à la régénération de l'ATP qui se fait selon deux voies.

Voie Rapide

À partir de la Créatine phosphate (Phosphocréatine) : voie de la phosphocréatine

$$\text{Phosphocréatine + ADP} \xrightarrow{\text{Enzyme (phosphocréatine kinase)}} \text{ATP + créatine + Chaleur initiale}$$

Elle permet une restauration immédiate de l'ATP à partir de la phosphocréatine. En effet, lors de contractions très brèves, de l'ordre de quelques secondes, le taux d'ATP dans le muscle reste constant. Il existe donc un processus immédiat de restauration de l'ATP. Il ne nécessite pas d'oxygène et se réalise sans formation d'acide lactique, d'où son nom de voie anaérobie. Les réserves de créatine phosphate (CP) sont de 20 mmol / kg et correspondent à une contraction de 10 secondes

À partir de l'ADP (adénosine diphosphate) : voie de la myokinase

$$\text{ADP + ADP} \xrightarrow{\text{Enzyme (myokinase)}} \text{ATP + AMP + Chaleur initiale}$$

Cette voie permet la restauration de l'ATP à partir de deux molécules d'ADP.

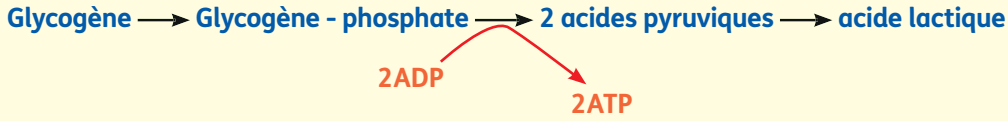
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 140 27/02/2025 16:54

Synthèse

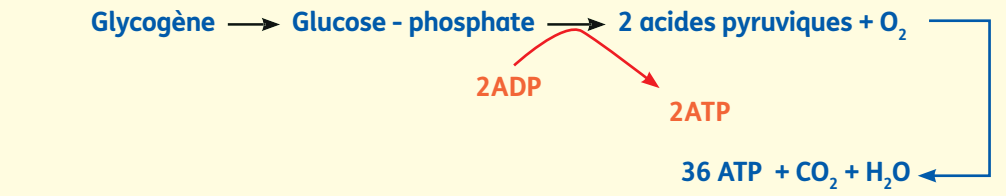
Voie lente

Lorsque la demande en ATP dépasse les possibilités de la voie précédente (durée supérieure), l'organisme utilise la voie anaérobie lactique. Lors de cette réaction, la cellule musculaire utilise les molécules organiques mises en réserve dans son cytoplasme (utilisation de la molécule de glycogène).

La glycolyse anaérobie conduit à la formation d'acide lactique ce qui gêne la contraction musculaire et provoque des douleurs et des crampes musculaires. Cette glycolyse anaérobie a **un mauvais rendement énergétique : 2 molécules d'ATP.**



Lorsque la contraction musculaire se prolonge, la voie aérobie des oxydations respiratoires dans les mitochondries se met en route.



Pour que l'effort soit maintenu, il faut **absolument** qu'il y ait **hydrolyse aérobie du glucose**. Lors des contractions lentes ou au repos, la plus grande partie de l'approvisionnement en ATP est assurée par la respiration cellulaire aérobie. La respiration cellulaire aérobie se déroule dans les **mitochondries**, elle nécessite la présence d'**oxygène** et fait intervenir une suite de réactions complexes (cycle de Krebs - chaîne respiratoire de transport d'électrons) appelée phosphorylation oxydative. La glycolyse aérobie présente un rendement énergétique très élevé (38 molécules d'ATP) car la dégradation du glucose est totale.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente les différentes réactions de restauration de l'ATP et les différentes voies de cette restauration.

Réactions de restauration de l'ATP	Voies de restauration de l'ATP
1. Respiration 2. Restauration à partir de la phosphocréatine 3. Fermentation 4. Restauration à partir de l'ADP	A. Voie rapide B. Voie lente

Associe chaque réaction à la voie qui convient, en utilisant les chiffres et les lettres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 141 27/02/2025 16:54

APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

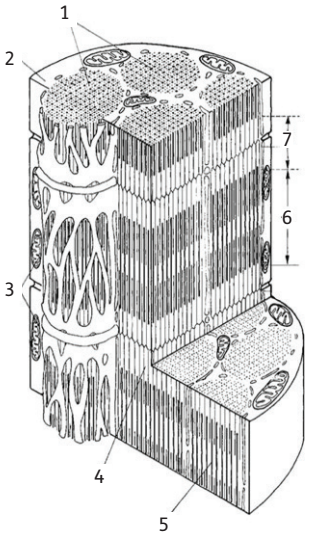
Exercice 1

Pour comprendre comment les ions calcium interviennent dans la contraction des fibres musculaires, ton voisin de classe fait des recherches et découvre dans un manuel de biologie l'expérience suivante et le résultat obtenu.

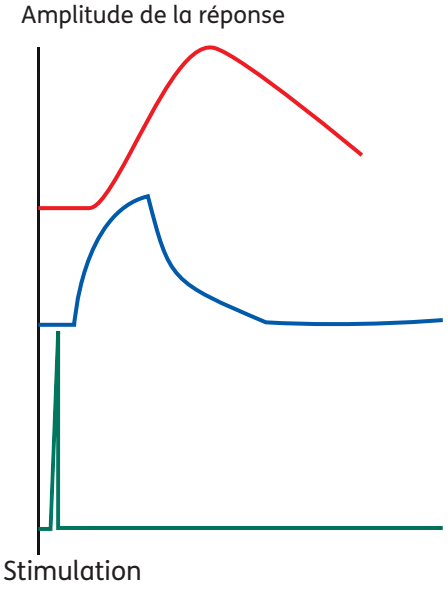
On injecte l'équorine (protéine qui devient lumineuse en présence d'ions calcium) dans le hyaloplasme de la fibre musculaire puis on la stimule directement avec une intensité suffisante.

Le hyaloplasme de la fibre devient lumineux (l'émission de lumière est proportionnelle à la concentration des ions Ca^{2+} du milieu) et la fibre musculaire se contracte.

- Le document 1 ci-contre présente l'ultrastructure d'une portion de fibre musculaire.
- Les courbes du document 2 sont les enregistrements des phénomènes consécutifs à la stimulation de la fibre.



Document 1



- **Tracé P :** le potentiel de membrane.
- **Tracé L :** l'émission lumineuse.
- **Tracé M :** le myogramme enregistré sur cette fibre musculaire.

Document 2

Pour l'exploitation des résultats, ton voisin sollicite ton aide

1. Annote le schéma du document 1.
2. Réalise un schéma annoté de l'élément 3 du document 1.
3. Compare la concentration des ions Ca^{2+} dans le compartiment A et les phases de la réponse mécanique de la fibre musculaire.
4. Établis la chronologie des phénomènes qui se produisent au niveau de la fibre musculaire excitée.

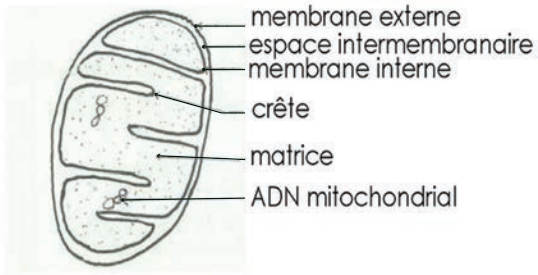
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 142 27/02/2025 16:54

Corrigé

1. Annotation

1. myofibrille
2. sarcoplasme
3. mitochondries
4. filament d'actine
5. filament de myosine
6. bande A ou bande sombre
7. bande I ou bande claire

2. Schématisation et annotation



ULTRASTRUCTURE D'UNE MITOCHONDRIE

3. Comparaison

Lorsque la concentration des ions Ca^{2+} dans le compartiment A augmente, la fibre musculaire se contracte mais lorsque la concentration des ions Ca^{2+} dans le compartiment A diminue, la fibre musculaire se relâche.

4. Chronologie des phénomènes qui se produisent au niveau de la fibre musculaire excitée.

- Naissance d'un PA au niveau de la fibre musculaire à la suite de sa stimulation.
- Libération des ions Ca^{2+} par les réticulums sarcoplasmiques dans le sarcoplasme.
- Les ions Ca^{2+} présents dans le sarcoplasme permettent la contraction de la fibre musculaire.
- Le relâchement de la fibre musculaire s'explique par la réabsorption des ions Ca^{2+} par les réticulums sarcoplasmiques.

Méthode

Pour bien annoter le document, il faut identifier la structure à annoter puis identifier les différents constituants de cette structure pour ne pas faire de confusion en annotant. Il est nécessaire de distinguer les différents constituants des structures étudiées en classe.

Dans la schématisation, il faut schématiser l'organite en respectant la forme, les différents constituants et leur localisation dans l'organite.
Au niveau de l'annotation :
- les traits de rappel doivent être parallèles et s'arrêter au même niveau ;
- l'annotation doit se faire en écriture script.

Pour la comparaison , il faut relever l'évolution des ions Ca^{2+} dans le compartiment A et la mettre en rapport avec les différentes phases de la réponse de la fibre musculaire.

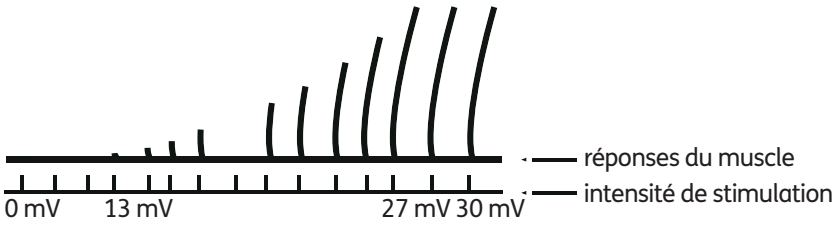
Pour établir la chronologie, il faut identifier les différents phénomènes qui se produisent pendant la contraction de la fibre musculaire et les classer selon l'ordre d'apparition.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 143 27/02/2025 16:54

Exercice 2

Pour la préparation du devoir de niveau sur le fonctionnement du muscle, ton groupe d'étude effectue des recherches à la bibliothèque et découvre, dans un manuel de biologie, l'expérience suivante et ses résultats. Sur une grenouille privée de centre nerveux, on met en évidence par dissection, un des muscles gastrocnémiens et son nerf moteur : le nerf sciatique. On porte sur ce nerf des stimulations électriques croissantes à l'aide d'un stimulateur, par l'intermédiaire d'électrodes excitatrices.

Les contractions du muscle sont enregistrées à l'aide d'un myographe.



Tu es sollicité(e) par ton groupe pour conduire l'exploitation des résultats obtenus.

1. Analyse ces résultats.
2. Interprète-les.
3. Déduis le phénomène mis en évidence dans cette expérience.

Corrigé

1. Analyse

Pour des intensités de stimulation inférieures à 13 mV, il n'y a pas de réponse du muscle.

À partir de 13 mV, on a la plus petite réponse du muscle.

Au-delà de 13 mV, l'amplitude de la réponse du muscle augmente avec l'intensité de stimulation.

À partir de 28,2 mV, les réponses du muscle restent constantes quelle que soit l'augmentation de l'intensité de stimulation.

2. Interprétation

Pour des intensités de stimulation inférieures à 13 mV il n'y a pas de réponse du muscle parce que ces intensités sont infraliminaires.

Avec l'intensité de stimulation égale à 13 mV on enregistre la plus petite réponse parce que cette intensité est l'intensité seuil.

Au-delà de 13 mV, l'amplitude de la réponse

Méthode

Regrouper les intensités de stimulation qui ont des réponses semblables et les mettre en relation.

Expliquer les différentes réponses obtenues en s'appuyant sur la structure du muscle. il faut également savoir que les fibres musculaires n'ont pas les mêmes seuils d'excitabilité, il convient d'en tenir compte dans l'explication.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 144 27/02/2025 16:54

du muscle augmente avec l'intensité de stimulation parce que les fibres musculaires qui constituent le muscle sont progressivement

stimulées et elles ajoutent leur réponse les unes aux autres : c'est la sommation.

À partir de 28,2 mV les réponses du muscle restent constantes quelle que soit l'augmentation de l'intensité de stimulation parce que toutes les fibres qui constituent le muscle ont été déjà stimulées.

C'est le phénomène de recrutement des fibres musculaires.

S'appuyer sur l'interprétation pour identifier le phénomène.

Résumé de cours

Le muscle est constitué de plusieurs fibres musculaires. Les fibres musculaires contiennent des protéines contractiles telles que des filaments d'actine et de myosine qui sont des myofilaments. L'unité structurale de la fibre musculaire est le sarcomère. La succession de plusieurs sarcomères donne aux fibres musculaires un aspect strié.

Le PA musculaire qui naît à la suite d'une stimulation nerveuse provoque la libération d'ions calcium dans le cytoplasme de la fibre musculaire. Les filaments fins d'actine glisse entre les filaments épais de myosine à la suite d'interactions entre les molécules d'actine et celle de myosine.

En raison du glissement des filaments les uns sur les autres, les sarcomères donc les fibres musculaires se raccourcissent, entraînant la contraction musculaire.

La contraction musculaire est une activité à forte demande d'énergie. Cette énergie est fournie par l'hydrolyse de l'ATP au niveau des têtes de myosine.
Les molécules d'ATP utilisées sont constamment rénouvelées par des voies rapides (voie de la phosphocréatine et la voie de la myokinase) et par des voies lentes (voie respiratoire et voie de la fermentation).
La contraction musculaire s'accompage de phénomènes électriques (PA musculaire), chimique (absorption d'oxygène, production d'ATP, rejet de déchets...) et thermique (production de chaleur).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 145 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercices de renforcement

Exercice 1

Les affirmations ci-dessous sont relatives aux constituants du muscle squelettique et à leurs caractéristiques.

A. La liaison de la myosine et de l'actine nécessite un apport d'ions calcium.
B. L'activité musculaire utilise du dioxygène et produit du dioxyde de carbone.
C. La fibre musculaire est constituée de plusieurs faisceaux de myofibrilles.
D. La tropomyosine est le site de fixation du calcium.
E. La bande A et la zone H conservent leur longueur au cours de la contraction musculaire.
F. Les filaments d'actine sont plus fins que ceux de myosine.
G. La cellule musculaire contient plusieurs noyaux.
H. La bande A est uniquement constituée de filaments de myosine.
I. La molécule d'actine est liée à la tropomyosine.
J. La striation du muscle provient de l'alternance des bandes claires et des bandes sombres.
K. La contraction musculaire s'effectue sans le rapprochement des stries Z.

Réponds par « Vrai » ou par « Faux » à chaque affirmation, en utilisant la lettre qui la précède.

Exercice 2

Le texte lacunaire ci-dessous décrit le mécanisme de la contraction musculaire.

Les mécanismes moléculaires de la contraction au sens strict se déroulent dès la libération du calcium. Au niveau des myofibrilles, les ions calcium disponibles s'associent avec la ...**1**... . Cette liaison déplace le complexe troponine-tropomyosine de sa position au niveau du filament d'actine. Ce mouvement libère ainsi des ...**2**... des têtes de myosine.

Suite à la libération des sites de liaison de la myosine sur les filaments d'actine, chaque tête de myosine s'associe à une ...**3**.... Par la suite, lors de la phase ...**4**... , les têtes de myosine pivotent et se lient à l'actine au niveau des sites de liaison.

Le mouvement induit par cette modification de conformation entraîne le déplacement du filament d'actine. Ainsi est observé un ...**5**... du sarcomère. Ce cycle se répète plusieurs fois tant que le calcium demeure lié à la troponine. La diminution de concentration d'ions calcium induit une dissociation des complexes calcium-troponine. La ...**6**... retrouve sa position de départ par changement de conformation du complexe troponine-tropomyosine. Ainsi les sites de liaison au niveau du filament d'actine ne sont plus disponibles induisant la ...**7**... (et donc le retour à un ...**8**... au niveau de la myofibrille et la fibre se relâche.

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : *troponine ; relaxation ; état de repos ; hydrolyse de l'ATP ; sites de liaison ; molécule d'ATP ; tropomyosine ; raccourcissement.*

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 146 27/02/2025 16:54

Exercice 3

Les séries de propositions ci-dessous se rapportent à la contraction musculaire.

1. Le pivotement des têtes des filaments de myosine entraîne :

a) l'hydrolyse de l'ATP ;

b) le glissement des filaments d'actine ;

c) le raccourcissement de la longueur des filaments d'actine ;

d) le raccourcissement de la longueur de la bonde sombre.

2. La régénération de l'ATP dans la cellule musculaire se fait à partir :

a) de l'acide lactique ;

b) de la phosphocréatine ;

c) de l'ADP ;

d) du glycogène.

3. Au niveau de la fibre musculaire striée , les ions Ca^{2+} :

a) sont libérés du réticulum endoplasmique suite à la naissance d'un potentiel d'action musculaire ;

b) permettent la fixation des têtes de myosine sur l'actine ;

c) permettent la fixation de l'ATP sur les têtes de myosine ;

d) augmentent l'activité ATPasique de l'actine.

4. Le calcium libéré dans le sarcoplasme :

a) se fixe sur la tropomyosine et dévoile le site de fixation sur l'actine ;

b) se fixe sur la tête de myosine ;

c) se combine à l'ATP ;

d) permet la fixation de l'ATP sur la tête de myosine.

Relève dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

Exercice 4

Les affirmations ci-dessous sont relatives à l'aspect mécanique de la contraction musculaire.

1. Pendant l'activité musculaire, la régénération de l'ATP se fait suivant 3 voies.
2. Dans la cellule musculaire, il existe deux grandes voies métaboliques d'utilisation du glucose pour produire de l'ATP.
3. Le calcium libéré au cours de la contraction se fixe sur la troponine.
4. La régénération de l'ATP dans la cellule musculaire peut se faire à partir de l'acide lactique.
5. Pendant la contraction, les bandes sombres augmentent.

Relève les affirmations justes, en utilisant les chiffres.

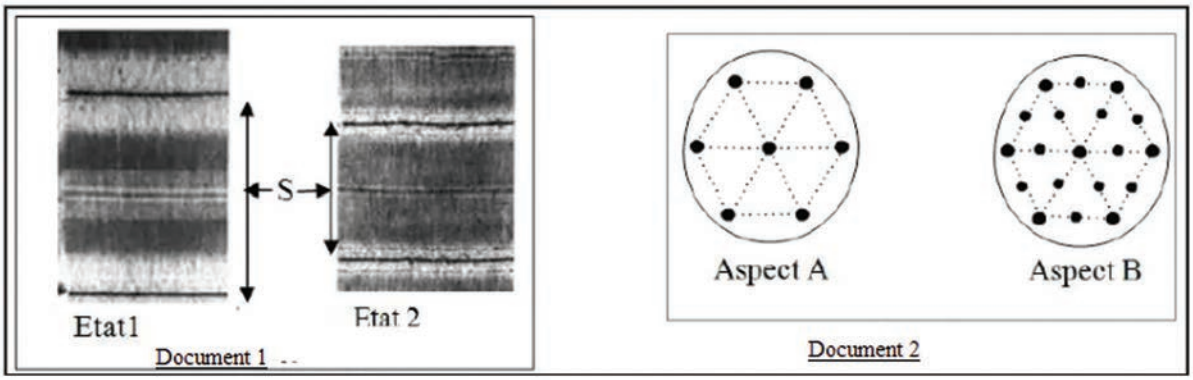
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 147 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercices d'approfondissement

Exercice 1

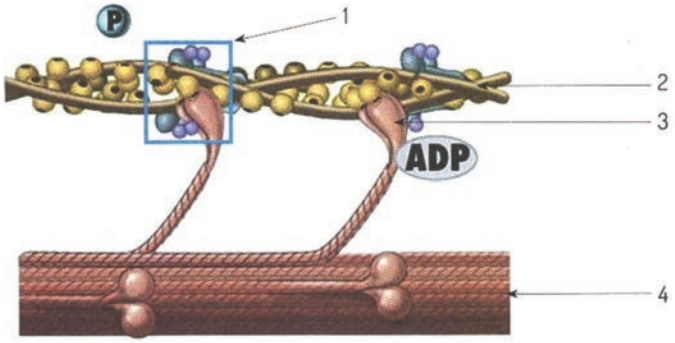
Dans le cadre des préparatifs des examens blancs, ton camarade de classe découvre dans un manuel de SVT les documents 1 et 2 relatifs à la contraction musculaire.
Le document 1 représente l'électronographie d'une structure S au niveau d'une myofibrille dans deux états différents (état 1 et état 2).
Le document 2 représente l'aspect de deux coupes transversales A et B de la même myofibrille à deux niveaux différents.



Éprouvant des difficultés dans l'exploitation de ces documents, il te sollicite.
1. Identifie la structure S.
2. Compare l'état 1 et l'état 2 de cette structure S.
3. Précise en le justifiant la localisation des coupes réalisées au niveau de la structure S présentées par le document 2.

Exercice 2

Pour comprendre le mécanisme de la contraction musculaire, ton groupe de travail au cours d'une séance de travaux pratiques, place in vitro dans des milieux différents, soit des myofilaments de myosine, soit des myofilaments d'actine, ou les deux à la fois. Vous observez quelque temps après la formation éventuelle de figures semblables à celles présentées par l'encadré du document 1. Ensuite vous mesurez dans chaque milieu, la production de chaleur et l'évolution de la quantité d'ATP. Les résultats sont consignés dans le tableau du document 2.



Document 1

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 148 27/02/2025 16:54

	Conditions expérimentales	Figures présentées par l'encadré du document 1	Production de chaleur	Évolution de la concentration en ATP
1	Expérience 1 : Actine + ATP + Ca^{2+}	Absentes	Nulle	Aucune évolution
2	Expérience 2 : Myosine + ATP + Ca^{2+}	Absentes	Faible	Diminution faible
3	Expérience 3 : Myosine + Actine + ATP + Ca^{2+}	Présentes	Importante	Diminution importante
4	Expérience 4 : Myosine + Actine + ATP	Présentes	Faible	Diminution faible

Document 2

Ton voisin étant absent le jour de la séance sollicite ton aide.

1. Annote la figure du document 1, en utilisant les chiffres.
2. Indique l'expérience dont le résultat aboutit à la contraction de la myofibrille.
3. Justifie ta réponse.
4. Explique les résultats de l'expérience 2.

Exercice 3

Un élève de ta classe cherche à approfondir ses connaissances sur le mécanisme du fonctionnement du muscle. Pour cela, il effectue des recherches et découvre dans un livre de biologie l'expérience suivante :

On injecte du calcium à des fibres musculaires. L'observation microscopique des coupes réalisées dans les fibres musculaires avant et après l'injection d'ions Ca^{2+} a permis d'obtenir les figures 1 et 2 du document ci-dessous.

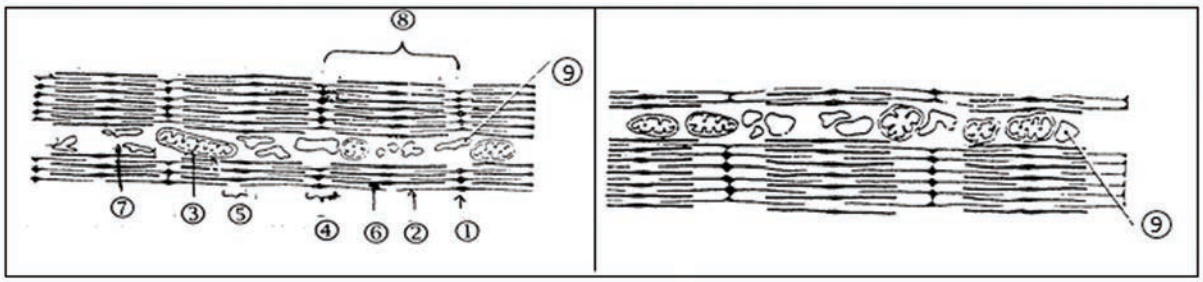


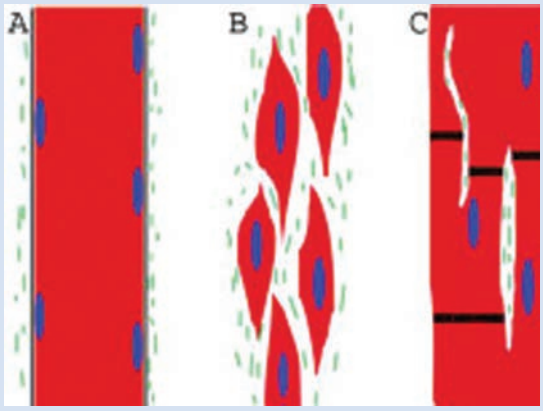
Figure 1 **DOCUMENT** Figure 2

À la demande de l'élève, tu t'appuies sur le document ci-dessus pour l'amener à comprendre les résultats d'expérience.

1. Annote la figure 1 du document, en utilisant les chiffres.
2. Réalise le schéma annoté de l'élément 3.
3. Explique l'état de la fibre musculaire sur chaque figure.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 149 27/02/2025 16:54

Les différents types de muscles



Le muscle est un tissu formé de fibres douées de contraction permettant de produire un mouvement. Les muscles participent à diverses fonctions essentielles à la vie de l'organisme (respiration, digestion...) et à son adaptation au milieu environnant (locomotion, thermorégulation...).
La macroscopie des muscles et leur type de contraction ont permis de distinguer deux grands groupes de muscles : les muscles rouges, striés volontaires ou muscles de la vie de relation et les muscles blancs, lisses involontaires ou muscles de la vie végétative.
Les caractéristiques fonctionnelles et anatomiques des différents muscles permettent de les subdiviser en quatre grandes catégories : **muscle Lisse, muscle strié cardiaque, muscle strié squelettique, muscle strié à insertion conjonctive (le sphincter de l'urètre).**

	Muscle lisse	Muscle strié cardiaque	Muscle strié squelettique	Muscle strié à insertion conjonctive
Fibres	Allongés, disposées en couche mince	Striées	Striées	Striées
Noyaux	Un seul noyau central	Un seul noyau central	Multinuclée (syncytium), noyaux périphériques	Multinucléée (syncytium)
Myofibrilles	Dans l'axe de la cellule (longitudinale)	Groupées, divisées dans le sens longitudinal en disques sombres et clairs alternés	Groupées, divisées dans le sens longitudinal en disques sombres et clairs alternés	Groupées, divisées dans le sens longitudinal en disques sombres et clairs alternés
Contraction	Involontaire Lente	Involontaire	Involontaire	Mixte
Localisation	Parois viscères creux, vaisseaux sanguins	Myocarde		Sphincters, autres

Tableau des différents types de muscles

Muscle lisse

Description macro et microscopique

Les muscles lisses sont présents dans la paroi de nombreux organes (tous les vaisseaux sanguins sauf les plus petits, intestins, utérus...). Ils forment des couches denses qui tapissent la paroi interne des vaisseaux et des organes creux et ne montrent pas de stries transversales. Ils sont constitués de cellules fusiformes mononucléées de taille variable (20 à 200 µm) dont le noyau est en position centrale, les fibres musculaires lisses. Ces cellules sont soit isolées dans le tissu conjonctif, soit regroupées en tunique musculaire

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 150 27/02/2025 16:54

(vaisseaux, tube digestif) ou en muscles (muscle érecteur du poil). Généralement, les faisceaux des fibres lisses des tuniques musculaires sont organisés en deux couches superposées : une couche circulaire et une couche longitudinale. L'orientation de ces couches est définie par l'orientation des fibres musculaires lisses par rapport à l'axe de l'organe.

Innervation

Les muscles lisses sont sous le contrôle du système nerveux neurovégétatif (ou système autonome) qui ne répond pas au contrôle de la volonté. Les fibres nerveuses du système autonome présentent, dans le muscle lisse, des varicosités axonales qui se présentent sous la forme de renflements en forme de bulbe. Ces varicosités libèrent les neuromédiateurs nécessaires à la stimulation des fibres musculaires lisses dans une fente relativement large : les jonctions diffuses. Cette stimulation induit ainsi la contraction des fibres musculaires lisses.

Contraction

Une contraction rythmique caractérise les muscles lisses unitaires ou muscles viscéraux qui ne sont pas adaptés à la réalisation de mouvements fins. Les fibres lisses de ces muscles sont couplées électriquement entre elles par l'intermédiaire de « jonctions à trous » (« gap junctions »). Ces muscles viscéraux fonctionnent donc comme des syncytiums même s'il n'existe pas de ponts protoplasmiques entre ces cellules : on parle donc de syncytium fonctionnel. Ils montrent spontanément des contractions irrégulières et continues indépendantes de l'innervation. Cet état est appelé tonus. Ces muscles sont impliqués dans le péristaltisme.

Une contraction graduée caractérise les muscles lisses multiunitaires qui se retrouvent par exemple dans l'iris de l'œil. Les fibres musculaires lisses qui constituent ces muscles sont indépendantes les unes des autres et ne forment donc pas un syncytium fonctionnel. Cependant ces muscles peuvent produire des mouvements fins contrairement aux muscles viscéraux.

Ultrastructure

Le cytoplasme des cellules musculaires lisses présente une zone bien définie qui contient les organites de la cellule (coiffant les deux pôles du noyau) et une autre qui occupe la plus grande partie de la cellule et qui contient les myofilaments. Les myofilaments d'actine (myofilaments fins), visibles en microscopie électronique, sont groupés en faisceaux irréguliers orientés selon le grand axe de la fibre. Ils sont associés à des molécules de tropomyosine et sont dépourvus de troponine. Les myofilaments épais de myosine ne sont pas visibles en microscopie électronique et leur mise en évidence nécessite des techniques de marquage particulières. Les protéines contractiles (myofilaments de myosine et d'actine) sont attachées à des zones denses constituées d'alpha-actinine qui sont soit dispersées dans le cytoplasme soit accolées à la face interne de la membrane plasmique. Des filaments intermédiaires constitués de desmine et de vimentine sont également attachés à ces zones denses.

Couplage excitation - contraction

Les phénomènes moléculaires de la contraction des fibres musculaires lisses nécessitent la présence de calcium. Un afflux de calcium sous sa forme ionique (Ca^{2+} provenant, soit du réticulum endoplasmique, soit de l'espace extracellulaire via les canaux calciques voltage et/ou ligand dépendants du domaine calvéolaire de la membrane plasmique. Le domaine calvéolaire est la portion de membrane plasmique qui présente de petites invaginations, les cavéoles ou vésicules plasmalemmales. Le calcium qui afflue dans la fibre musculaire lisse se lie à la calmoduline, une protéine de liaison du calcium (calcium-binding protein). Le complexe calcium-calmoduline qui s'est formé active une enzyme, la kinase des chaînes légères de myosine. Cette kinase permet la phosphorylation d'une des deux chaînes de myosine légères de chaque tête de myosine par l'utilisation de l'ATP. Cette phosphorylation permet de démasquer le site de liaison de l'actine sur la tête de myosine lourde. La liaison de l'actine avec la myosine induit la contraction de la fibre musculaire lisse.

Wikipedia

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 151 27/02/2025 16:54

Leçon 4

Le fonctionnement du cœur

Situation d'apprentissage

Au cours d'une séance de travaux pratiques au laboratoire des SVT de ton établissement, des élèves de Terminale D assistés par leur professeur isolent un cœur de grenouille qu'ils placent dans un bécher contenant du liquide physiologique. Ils observent que le cœur de grenouille continue de battre pendant quelques moments, même isolé de l'organisme et en l'absence du système nerveux.

Face à cette activité du cœur, ils décident d'expliquer l'automatisme cardiaque et de déterminer le rôle du système nerveux ainsi que les médiateurs chimiques intervenant dans l'activité cardiaque.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 152 27/02/2025 16:54

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Mettre en évidence	l'automatisme cardiaque.
Localiser	le siège de l'automatisme cardiaque.
Annoter	le schéma de la coupe longitudinale du cœur montrant le tissu nodal.
Expliquer	l'automatisme cardiaque.
Établir	une relation entre l'activité électrique (ECG) et l'activité mécanique du cœur.
Déterminer	- le rôle du système nerveux dans l'activité cardiaque ; - les médiateurs chimiques intervenant dans l'activité cardiaque.
Réaliser	le schéma de la régulation de l'activité cardiaque.
Déduire	les notions de : automatisme cardiaque, médiateur chimique.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1 Mettre en évidence l'automatisme cardiaque

Les textes ci-dessous sont relatifs au fonctionnement automatique du cœur.

Texte 1	**Texte 2**
Chez une grenouille dont le cerveau est détruit (grenouille décérébrée) ainsi que la moelle épinière (grenouille démédullée), le cœur continue de battre normalement. Lorsqu'on isole le cœur de l'organisme (cœur isolé), et qu'on l'immerge dans un liquide physiologique de Ringer ou qu'on le fait perfuser avec ce même liquide, le cœur continue de battre. **NB :** Le liquide de Ringer a une composition très proche de celle du milieu intérieur	Chez l'embryon de poulet, le cœur commence à battre dès la 30ème heure d'incubation, alors qu'il est dépourvu de structure nerveuse. Les cellules du tissu musculaire du cœur (myocarde) de l'embryon du poulet, mise en culture, se contracte spontanément.

- Lis ces textes attentivement.
- Relève les caractéristiques du cœur mises en évidence dans les textes.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 153 27/02/2025 16:54

Synthèse

Le cœur continue de battre dans un organisme dépourvu de centres nerveux (encéphale et moelle épinière).
Hors de l'organisme, le cœur, plongé dans un liquide physiologique de Ringer, continue de battre.
Le cœur d'un embryon commence à battre avant même que son système nerveux se mette en place. Par ailleurs, le tissu cardiaque d'un embryon de poulet se contracte spontanément.
Le cœur est donc capable de battre de façon automatique : le cœur est doué d'automatisme.
L'activité électrique à l'origine de son battement prend naissance en lui-même.

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous se rapportent à l'automatisme cardiaque.

A. Le fonctionnement automatique du cœur est dû aux vaisseaux sanguins.
B. Le cerveau est à l'origine du fonctionnement automatique du cœur.
C. Le fonctionnement automatique du cœur est dû au liquide physiologique appelé Ringer.
D. Le fonctionnement automatique du cœur est lié à sa propre constitution.

Relève la lettre correspondant à l'affirmation juste.

Activité 2 Localiser le siège de l'automatisme cardiaque

2-1 Le siège de l'automatisme cardiaque chez la grenouille

Le tableau ci-dessous présente les expériences de ligature de Stannius et leurs résultats.

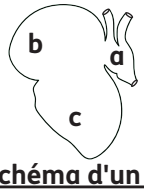
 **schéma d'un cœur de grenouille** **a : sinus veineux** **b : oreillette** **c : ventricule**	**Expériences**	1 L_1 : ligature entre le sinus et les oreillettes.	2 $L_1 + L_2$: ligature entre le sinus et les oreillettes (L_1) et entre les oreillettes et le ventricule (L_2).	3 L_2 : ligature entre les oreillettes et le ventricule.
	Résultats	Contractions sinusales. Les oreillettes et le ventricule s'arrêtent de battre.	Plusieurs contractions sinusales pour une contraction ventriculaire.	Sinus veineux et oreillettes battent normalement pendant que le ventricule bat à un rythme lent.

Figure 1 : Expériences de ligature de stannius

- Observe les données du tableau.
- Décris l'organisation d'un cœur de grenouille.
- Analyse les résultats des expériences.
- Interprète ces résultats.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 154 27/02/2025 16:54

Synthèse

Le cœur de grenouille comporte quatre (4) cavités : un sinus veineux, deux oreillettes et un seul ventricule.

Lorsqu'on pose une ligature (L_1) entre le sinus veineux et les oreillettes, seul le sinus veineux bat.

Lorsqu'on pose deux ligatures, l'une entre le sinus veineux et les oreillettes (L_1) et l'autre entre les oreillettes et le ventricule (L_2), l'oreillette s'arrête de battre, le ventricule bat à un rythme lent alors que le sinus veineux bat normalement.

Lorsqu'on pose une ligature (L_2) entre les oreillettes et le ventricule, le sinus et les oreillettes battent normalement alors que le ventricule bat à un rythme lent.

À la pose de la ligature entre le sinus veineux et les oreillettes, le ventricule s'arrête de battre parce qu'il ne reçoit plus le message nerveux qui provoque sa contraction. En effet, le sinus veineux possède un centre nerveux (le ganglion de Remack) qui commande le rythme normal de contraction des oreillettes et du ventricule. Le ganglion de Remack est le **pacemaker** (initiateur) de l'automatisme cardiaque.

À la pose de la ligature entre le sinus veineux et les oreillettes et entre les oreillettes et le ventricule, le sinus bat normalement alors que le battement du ventricule est plus lent. Le sinus bat normalement sous l'action du pacemaker. Le ventricule bat mais plus lentement parce qu'il contient un centre nerveux secondaire de l'automatisme qui, isolé du sinus par ligature L_2, rentre en activité mais à un rythme plus lent que le pacemaker principal.

Lorsqu'on isole le ventricule des deux cavités supérieures (sinus et oreillette) ces dernières battent normalement sous l'action du pacemaker principal alors que, sous l'action d'un pacemaker secondaire, le ventricule bat plus lentement.

Il existe donc dans le cœur des tissus nerveux dont l'activité est à l'origine de la contraction autonome du cœur : **l'automatisme cardiaque**. Il s'agit du **ganglion de Remack** localisé dans le sinus veineux, du **ganglion de Ludwig** localisé dans l'oreillette et du **ganglion de Boddet** localisé dans le ventricule. L'ensemble constitue le tissu nodal.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente des ganglions du tissu nodal et leur localisation dans le cœur des grenouilles.

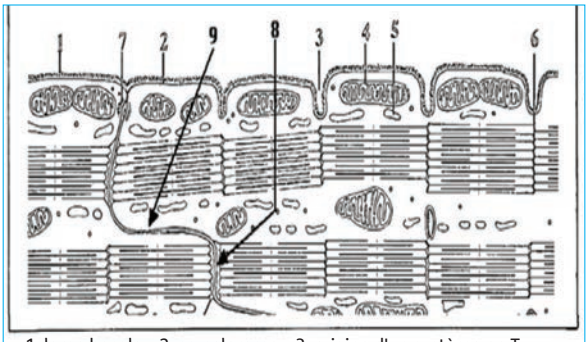
Tissus nerveux	Partie du cœur de la grenouille
1. Ganglion de Ludwig	a) Sinus veineux
2. Ganglion de Remack	b) Oreillette
3. Ganglion de Bodet	c) Ventricule

Associe chaque ganglion à sa localisation dans le cœur de grenouille, en utilisant les chiffres et les lettres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 155 27/02/2025 16:54

2-2 Le siège de l'automatisme cardiaque chez les mammifères

Observe les figures 2 et 3 représentant deux tissus prélevés dans un cœur de mammifère : le myocarde (fig.2) et le tissu nodal (fig.3). La figure 4 présente la localisation du tissu nodal dans un cœur de mammifère. Ensuite lis attentivement le texte qui suit.



1. lame basale. 2. sarcolemme. 3. origine d'un système en T.
4. mitochondries. 5. réticulum sarcoplasmique. 6. strie Z.
7. desmosomes. 8. zonula adhaerens. 9. nexus.

Figure 2 : Ultrastructure du muscle cardiaque ou myocarde

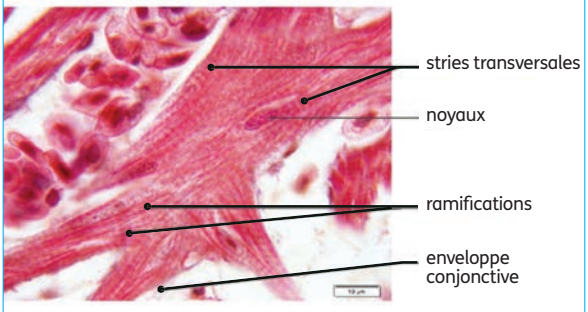


Figure 3 : Tissu nodal de mammifère

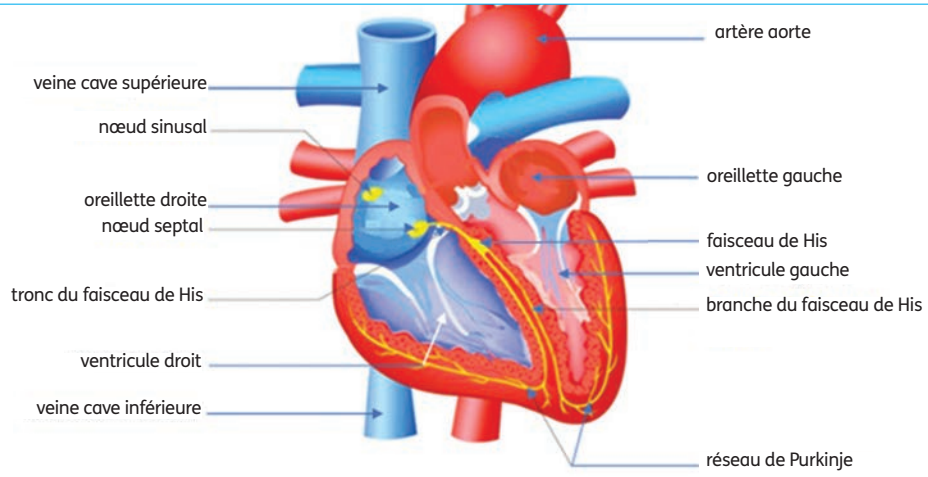


Figure 4 : Coupe longitudinale d'un cœur de mammifère montrant le tissu nodal

Texte

Le tissu nodal tire son nom de ce que les cellules qui le constituent sont regroupées en amas ou en nœuds.

Les cellules du tissu nodal présentent plusieurs caractéristiques du tissu myocardique embryonnaire.

La répartition de ce tissu nodal à l'intérieur du myocarde est inégale : ces cellules sont regroupées pour former deux nœuds (connectés par un réseau internodal) et un filament ramifié.

Les cellules du tissu nodal se contractent spontanément et de façon rythmique.

Leurs propriétés fondamentales sont **l'automaticité**, **l'excitabilité**, **la conductibilité** et **la contractilité**. L'excitation initiale (...) est ensuite conduite aux différents éléments du myocarde sous forme d'une onde contractile spontanée parcourant le tissu nodal.

(Camefort, Gama, Sc. nat., 1960 p.279)

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 156 27/02/2025 16:54

- Compare les deux tissus du cœur.
- Localise le tissu nodal dans le cœur du mammifère.
- Relève dans le texte, les caractéristiques du tissu nodal.

Synthèse

Le tissu musculaire cardiaque et le tissu nodal sont constitués de cellules musculaires striées ramifiées. Cependant ,le tissu nodal a conservé ses caractéristiques embryonnaires. Les cellules du tissu nodal se contractent spontanément et de façon rythmique. Elle sont autoexcitables. Chez les mammifères, le tissu nodal se présente sous forme de nœud et de filaments. Il s'agit :
- du nœud sinusal ou nœud de Keith et Flack localisé dans la paroi de l'oreillette droite à proximité de la veine cave supérieure ;
- du nœud septal ou nœud d'Achoff-Tawara localisé entre l'oreillette droite et les ventricules. Le nœud sinusal est relié au nœud septal par trois faisceaux ou bandes de tissu nodal mêlés aux fibres myocardiques.
- du faisceau de His qui est localisé dans la cloison interventriculaire. Il se prolonge par des ramifications appelées réseaux de purkinje qui envahissent les parois ventriculaires.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente différentes parties du cœur de mammifère et les composants du tissu nodal.

Composants du tissu nodal	Parties du cœur
1. Faisceau de His	A. Ventricule
2. Nœud sinusal	B. Cloison auriculo-ventriculaire
3. Réseau de Purkinje	C. Oreillette
4. Nœud septal	D. Sinus

Associe chaque composant du tissu nodal à sa localisation dans le cœur de mammifère, en utilisant les chiffres et les lettres.

Activité 3 Expliquer l'automatisme cardiaque

La figure ci-dessous présente le fonctionnement du tissu nodal chez les mammifères.

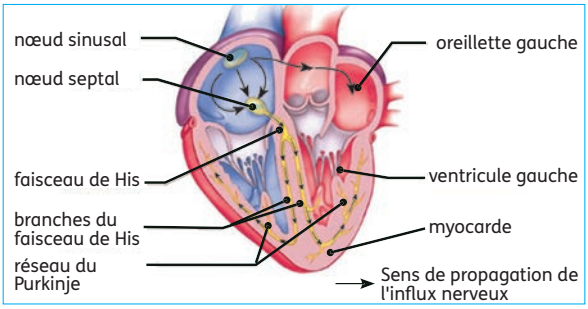


Figure 5 : Fonctionnement du tissu nodal chez les mammifères

- Observe attentivement la figure.
- Indique le point de départ de l'influx nerveux dans le cœur.
- Décris le parcours de l'influx nerveux dans le cœur des mammifères.
- Explique le fonctionnement du tissu nodal chez les mammifères.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 157 27/02/2025 16:54

Synthèse

Le tissu nodal est constitué de cellules auto-excitables (ces cellules génèrent de façon spontanée et rythmique des potentiels d'action) : son potentiel de repos n'est pas stable comparé aux autres cellules de l'organisme qui sont habituellement stables, électronégatives, autour de -80 mV. Ces cellules présentent une dépolarisation progressive qui se transforme en potentiel d'action et se propage dans le myocarde.

Ces potentiels d'action, à l'origine de la contraction du myocarde, prennent naissance de façon spontanée et rythmique dans le nœud sinusal et provoquent la contraction des oreillettes. Ils gagnent ensuite le nœud septal puis le faisceau de His et enfin le réseau de Purkinje entraînant la contraction des ventricules. La contraction des ventricules se produit quelques fractions de seconde après celle des oreillettes, compte tenu du temps de propagation de l'influx nerveux.

Le nœud sinusal impose son rythme à l'ensemble du myocarde. Il est le **pacemaker** du cœur.

Exercice de fixation

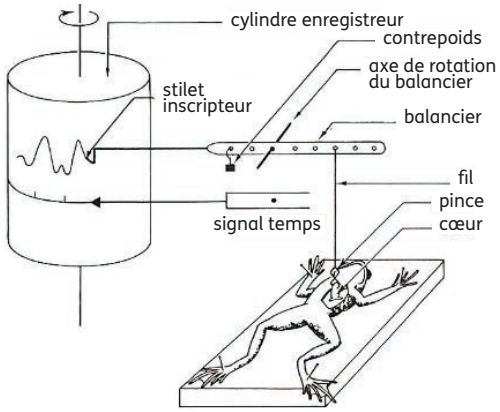
Les affirmations ci-dessous sont relatives au fonctionnement du tissu nodal.

1. Les potentiels d'action à l'origine de la contraction du myocarde prennent naissance dans le nœud sinusal.
2. Le faisceau de His peut générer des potentiels d'actions.
3. Les potentiels d'action générés par le nœud sinusal provoquent directement la contraction des ventricules.
4. Le nœud septal est le pacemaker du cœur.
5. Le potentiel d'action issu du nœud sinusal provoque d'abord la contraction des oreillettes.

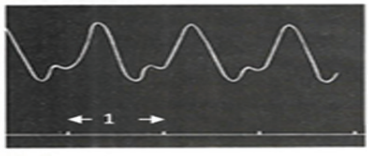
Réponds par "Vrai" ou par "Faux" à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

Activité 4 Décrire un cycle cardiaque

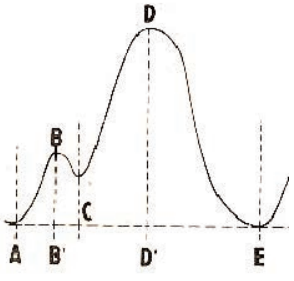
La figure ci-dessous présente un cardiographe (dispositif d'enregistrement des contractions du cœur) et l'enregistrement obtenu (cardiogramme).



6 a : Cardiographe à balancier



6 b : Cardiogramme de grenouille



AB : systole auriculaire
BC : diastole auriculaire (début)
CD : systole ventriculaire
DE : diastole générale
BCE : diastole auriculaire
ABCDE : révolution cardiaque

6 c : Représentation d'un cycle cardiaque

Figure 6 : Dispositif d'enregistrement des contractions du cœur et enregistrement (cardiogramme) obtenu

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 158 27/02/2025 16:54

- Observe attentivement le cardiographe et le cardiogramme.
- Décris le cardiographe et le cardiogramme.
- Conclus.

Synthèse

Le cardiographe à balancier est un appareil qui est capable d'enregistrer l'activité cardiaque d'une grenouille décérébrée et démédullée. Cet appareil est constitué d'un stylet inscripteur relié au cœur par un fil et en contact avec un cylindre enduit de noir de fumée. Ce cylindre est animé d'un mouvement de rotation à vitesse constante. L'extrémité du fil porte une pince qui fixe l'extrémité du ventricule. Les variations de la longueur du cœur sont alors enregistrées. Le tracé obtenu est appelé le cardiogramme. Un second stylet enregistre le signal temps.

Le cardiogramme de grenouille représente une succession de tracés identiques qui se répètent de façon régulière. Chaque tracé qui résulte de la superposition du tracé des oreillettes et de celui du ventricule correspond à une période. Dans une période, on peut distinguer trois phases :

- 1ère phase (portion AB du tracé): un léger raccourcissement du cœur traduit la systole auriculaire, le ventricule reste relâché.
- 2e phase (BCD du tracé) : au début (portion BC), la longueur du cœur augmente sans retrouver sa valeur initiale ; ceci traduit deux phénomènes aux effets antagonistes, le relâchement des oreillettes qui provoque un allongement et le début de la systole ventriculaire qui provoque un raccourcissement. Ensuite (portion CD), l'effet raccourcissant de la systole ventriculaire l'emporte largement et la longueur du cœur atteint sa valeur minimum.
- 3e phase (portion DE du tracé) : un allongement considérable du cœur traduit le relâchement du muscle cardiaque, c'est la diastole générale.
- La période constituée de la systole auriculaire, de la systole ventriculaire et de la diastole générale est la révolution cardiaque ou cycle cardiaque qui correspond à un battement cardiaque.

La révolution cardiaque révèle que les oreillettes et les ventricules se reposent (temps des diastoles) plus qu'ils ne travaillent (temps des systoles), ce qui rend le cœur infatigable. L'amplitude de la systole ventriculaire (DD') est supérieure à celle de la systole auriculaire (BB') car les oreillettes propulsent le sang dans les ventricules tandis que ces derniers doivent le propulser vers les poumons et dans tout l'organisme.

On peut calculer la fréquence cardiaque dont la valeur moyenne se situe entre 60 et 80 battements par minute.

Exercice de fixation

Le texte à trous ci-dessous se rapporte à la contraction du cœur.

L'activité mécanique du cœur est enregistrée grâce au ...A... . Elle se compose de la systole ...B... suivie de la ...C... .

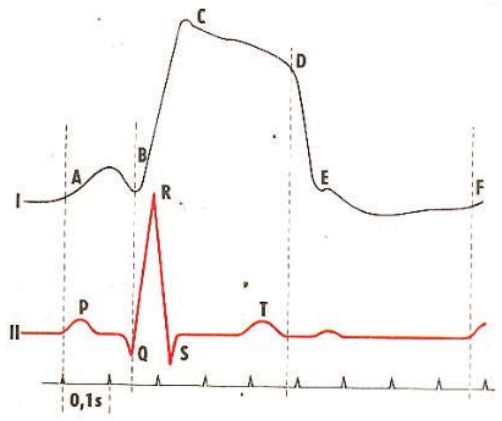
La contraction des oreillettes ou des ventricules est suivie de repos appelé ...D... . À la fin de la contraction des ventricules, il y a le repos général ou ...E... .

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les lettres : diastole générale ; auriculaire ; systole ventriculaire ; diastole ; cardiographe.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 159 27/02/2025 16:54

Activité 5 Établir une relation entre l'électrocardiogramme et le cardiogramme

La figure ci-dessous montre la relation entre le cardiogramme et l'électrocardiogramme.



I : **Cardiogramme**

AB = systole auriculaire
BC = diastole auriculaire (début)
CDE = systole ventriculaire
EF = diastole générale

II : **Électrocardiogramme**

P = onde P
QRS = complexe d'ondes QRS
T= onde T

Figure 7 : Cardiogramme (I) et électrocardiogramme (II) de l'Homme

- Observe attentivement le cardiogramme et l'électrocardiogramme.
- Décris chacun des graphes, le cardiogramme et l'électrocardiogramme.
- Établis la relation fonctionnelle entre le cardiogramme et l'électrocardiogramme.

Synthèse

L'activité cardiaque chez l'Homme se déroule en trois phases : la systole auriculaire, la systole ventriculaire et la diastole générale qui constituent la révolution cardiaque ou cycle cardiaque.

L'activité mécanique du cœur s'accompagne d'une activité électrique captée par des électrodes placées sur le thorax. Les ondes électriques issues du cœur, sont amplifiées et on obtient un électrocardiogramme (ECG).

L'électrocardiogramme est obtenu grâce à l'électrocardiographe. Il se compose de trois ondes. L'onde P, le complexe QRS et l'onde T.

La superposition de l'électrocardiogramme et du cardiogramme révèle que :

* l'onde P précède la contraction des oreillettes (systole auriculaire) ;
* le complexe d'ondes QRS précède la contraction des ventricules (systole ventriculaire) ;
* l'onde T précède le relâchement du cœur. Elle traduit la repolarisation des oreillettes et des ventricules à l'origine du relâchement du cœur (diastole générale). L'onde T est suivie quelquefois d'une onde appelée onde U caractérisée par une faible amplitude. L'onde U correspond à la dépolarisation à l'origine de la fermeture des valvules sigmoïdes.

Les ondes de l'électrocardiogramme sont à l'origine de l'activité mécanique du cœur (le cardiogramme).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 160 27/02/2025 16:54

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la relation entre l'électrocardiogramme et le cardiogramme.

1. La systole auriculaire est à l'origine du complexe QRS.
2. Le complexe QRS provoque la diastole ventriculaire.
3. L'onde P provoque la contraction des oreillettes.
4. La contraction des ventricules est due au complexe QRS.
5. L'onde T se produit pendant la diastole ventriculaire.
6. Les phases du cardiogramme sont à l'origine des ondes de l'électrocardiogramme.
7. La diastole générale est due au complexe QRS.

Écris « Vrai » ou « Faux » pour chaque affirmation, selon qu'elle est juste ou fausse, en utilisant les chiffres.

Activité 6 Déterminer le rôle du système nerveux dans l'activité cardiaque

La figure et les expériences ci-dessous se rapportent aux innervations extra-cardiaques et à leur rôle dans l'activité cardiaque.

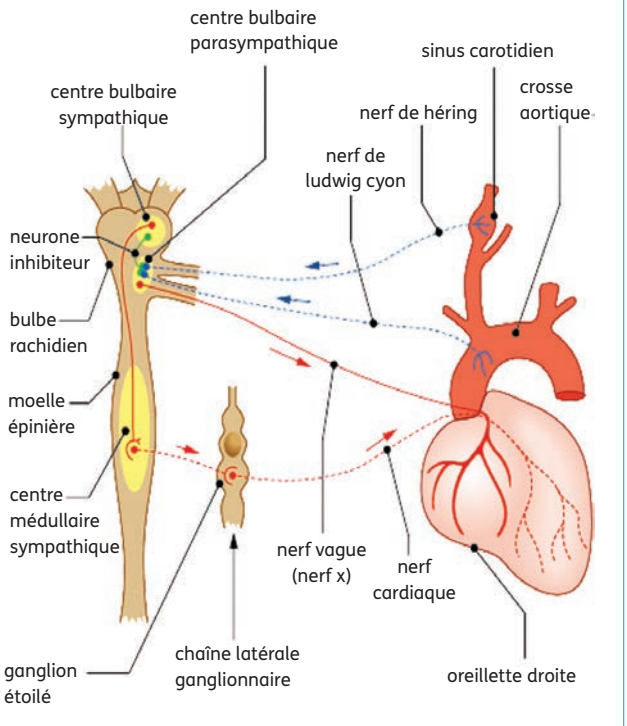


Figure 8 : Innervation extrinsèque du cœur

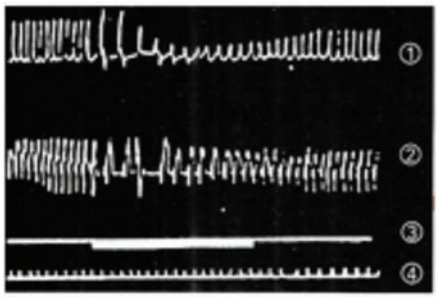
Expériences de mise en évidence des centres nerveux intervenant dans la régulation cardiaque.

- La stimulation électrique du bulbe ventral entraîne une diminution de fréquence cardiaque (bradycardie) et de pression artérielle. Une stimulation très forte et prolongée engendre un arrêt cardiaque. La lésion de cette zone nerveuse bulbaire provoque une accélération cardiaque (tachycardie).
- La stimulation du bulbe latéral et de certaines zones médullaires (moelle épinière) entraîne une tachycardie, des effets sur le diamètre des vaisseaux sanguins et une augmentation de la pression artérielle. La lésion de ces différentes zones fait chuter le débit cardiaque de plus de 40% (bradycardie) et la pression artérielle.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 161 27/02/2025 16:54

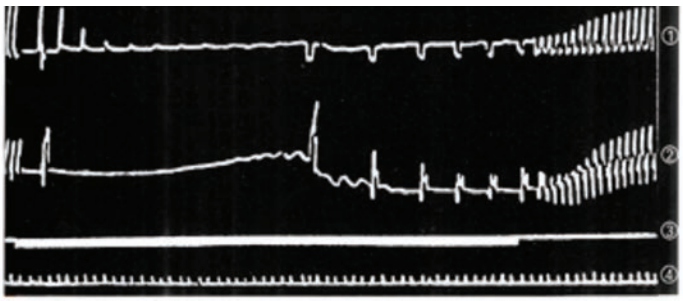
Expériences de mise en évidence des nerfs moteurs intervenant dans la régulation cardiaque

- Sur un chien anesthésié, on sectionne les nerfs vagues ou parasympathiques et on excite électriquement le bout périphérique de l'un d'eux à l'aide d'une série de stimuli d'intensité modérée (figure 10) ou d'intensité forte (figure 11).



1. Enregistrement des contractions des oreillettes
2. Enregistrement des contractions des ventricules
3. Signal de stimulation
4. Signal de temps en secondes

Figure 9 : Effets d'une série de stimulations d'intensité modérée des nerfs vagues sur le rythme cardiaque



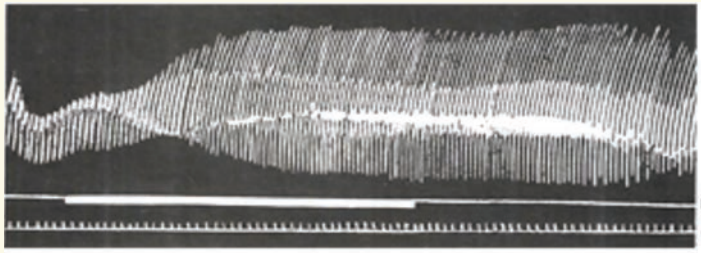
1. Enregistrement des contractions des oreillettes
2. Enregistrement des contractions des ventricules
3. Signal de stimulation
4. Signal de temps en secondes

Figure 10 : Effets d'une série de stimulations d'intensité forte des fibres nerveuses parasympathiques sur le fonctionnement du cœur

- Si on sectionne les deux nerfs vagues d'un chien, on observe une accélération permanente du rythme cardiaque.

Chez l'Homme, une stimulation vagale intense entraîne une bradycardie de l'ordre de 20 à 30 cycles/min. Lorsque les deux nerfs vagues sont sectionnés, il y a tachycardie (110 à 120 cycles/min).

- Chez le chien, on excite un des ganglions de la chaîne ganglionnaire (le ganglion étoilé), à l'aide d'une série de stimuli d'intensité forte à une fréquence élevée. La force de contraction du cœur augmente de 70% ; lorsqu'elle est maximale, elle entraîne une tachycardie à 200-250 parfois 300 cycles/min, chez l'animal (figure 12).



1. Enregistrement des contractions des ventricules
2. Signal de stimulation
3. Signal de temps en secondes

Figure 11 : Effets de l'excitation du ganglion étaillé sur le rythme cardiaque

La section des nerfs orthosympathiques provoque la diminution modérée de la fréquence cardiaque.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 162 27/02/2025 16:54

Expériences de mise en évidence des nerfs sensitifs intervenant dans la régulation cardiaque

La section des nerfs sino-aortiques (nerfs de Hering et de Ludwig-Cyon) accélère le cœur comme celle des nerfs vagues.

Après section, l'excitation électrique du bout central des nerfs sino-aortiques entraîne une bradycardie. L'excitation du bout périphérique ne donne lieu à aucune réponse.

Après section des nerfs vagues, l'excitation électrique des nerfs sino-aortiques n'entraîne pas de bradycardie.

- Observe la figure et lis attentivement les différentes expériences et leurs résultats.
- Analyse les résultats des expériences.
- Interprète-les.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Il existe des zones bulbaires dépressives du cœur appelées centre **cardio-modérateur** et des zones cardio-vasculaires excitatrices appelées **centre cardio-accélérateur** localisées dans la moelle épinière (région cervico-dorsale).

Le centre cardio-modérateur bulbaire et le centre cardio-accélérateur régulent l'activité cardiaque.

Les nerfs moteurs cardiaques sont représentés par :

- les **fibres parasympathiques** dont les péricaryons sont concentrés dans le centre cardio-modérateur. Elles subissent un relais synaptique à l'intérieur même du myocarde ;
- les **fibres orthosympathiques** dont les péricaryons se localisent dans la zone médullaire cardio-accélératrice. Elles présentent un relais synaptique dans les ganglions disposés en chaînes parallèles à la moelle épinière.

L'application d'une série de stimuli d'intensité modérée, provoque un ralentissement du rythme cardiaque, puis une diminution de l'amplitude des contractions. Quand on cesse d'exciter le nerf, le rythme et l'amplitude des contractions reprennent progressivement leur valeur initiale.

Les fibres parasympathiques transmettent des influx modérateurs émanant des zones cardio-modératrices. Elles provoquent la diminution de la fréquence cardiaque et de l'amplitude des contractions des oreillettes, en déprimant l'activité spontanée du nœud sinusal. Comme en l'absence de toute innervation, le cœur bat beaucoup plus vite. On en déduit que le système parasympathique exerce une **action modératrice** permanente sur le cœur.

Lorsqu'on applique une série de stimuli d'intensité forte, le cœur s'arrête rapidement en diastole. Malgré la persistance de stimuli, il se remet à battre au bout d'un certain temps. Tout se passe comme si le cœur échappait à l'influence du système parasympathique ou se soustrayait à l'action du nerf pneumogastrique. La reprise des battements cardiaques après un

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 163 27/02/2025 16:54

Synthèse

arrêt en diastole est qualifiée de **phénomène d'échappement**. Comme il s'agit du pneumogastrique ou vague, on parle **d'échappement vagal**.

À l'application de la série de stimuli à intensité assez forte et à fréquence élevée, le cœur ne réagit pas immédiatement. Après un temps de latence assez long, on observe une accélération du rythme cardiaque, puis une augmentation de l'amplitude des contractions. Quand on cesse la stimulation, le rythme et l'amplitude des contractions restent élevés pendant un certain temps, ils ne reviennent que très progressivement à leur valeur initiale.

Les fibres orthosympathiques augmentent la fréquence cardiaque en stimulant l'activité spontanée du nœud sinusal ainsi que la force de contraction des oreillettes et des ventricules. Le système orthosympathique exerce une **action accélératrice** sur le cœur. Il a donc une action antagoniste de celle du système parasympathique.

Les nerfs de Hering et de Cyon partent respectivement des carotides et de la crosse de l'aorte. Ce sont des nerfs centripètes ou sensitifs dans la régulation de l'activité cardiaque avec le nerf vague comme nerf centrifuge ou moteur. Ils exercent leur **action modératrice** sur le cœur par l'intermédiaire des zones cardio-modératrices bulbaires. Ce sont des nerfs « freinateurs » du cœur, entretenant de façon permanente l'activité des centres cardio-modérateurs.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente des nerfs intervenant dans la régulation du rythme cardiaque et leurs actions sur le rythme cardiaque.

Nerfs	Actions sur le rythme cardiaque
A. Nerf de Cyon B. Nerf orthosympathique C. Nerf vague ou Nerf X D. Nerf de Hering	1. Ralentissement 2. Accélération

Associe chaque nerf à son action sur l'activité cardiaque, en utilisant les lettres et les chiffres.

Activité 7 Déterminer les médiateurs chimiques et leur rôle dans l'activité cardiaque

Expérience de OTTO Loewi

On utilise deux cœurs de grenouille isolés A et B, maintenus dans du liquide physiologique de Ringer.

Le cœur A est isolé avec son nerf X ou nerf parasympathique et perfusé avec du liquide de Ringer qui circule également dans le cœur B.

L'excitation du nerf X provoque le ralentissement du cœur A suivi de celui du cœur B.

On refait l'expérience avec un cœur A isolé avec le nerf orthosympathique. L'excitation de ce nerf provoque une accélération du rythme du cœur A, puis celle du rythme du cœur B (figure 9).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 164 27/02/2025 16:54

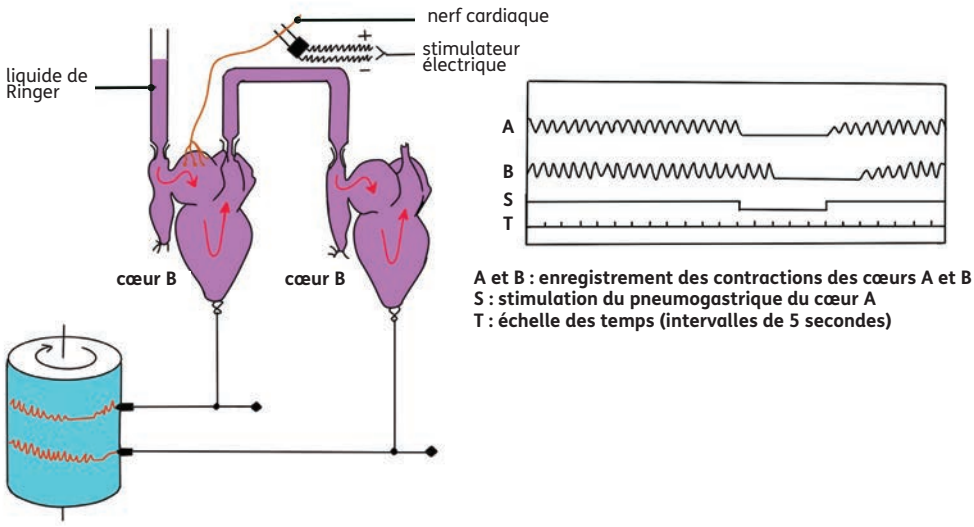


Figure 12 : Expérience de OTTO Loewi

- Observe attentivement le montage expérimental réalisé et les résultats obtenus.
- Analyse les résultats obtenus.
- Interprète-les.
- Conclus.

Synthèse

L'excitation du pneumogastrique du cœur A entraîne un ralentissement du rythme cardiaque, une diminution de l'amplitude des contractions cardiaques, puis un arrêt en diastole suivi de la reprise des battements cardiaques (phénomène d'échappement). Au niveau du cœur B, il se produit les mêmes effets mais avec un retard sur le cœur A.

Les effets identiques observés au niveau des cœurs A et B à la suite de l'excitation du nerf X ou du nerf orthosympathique du cœur A, montrent que le liquide physiologique acquiert des propriétés à la suite de l'excitation des nerfs extrinsèques du cœur A.

L'excitation du pneumogastrique provoque la libération dans le liquide de perfusion du cœur A, d'une substance modératrice du rythme cardiaque dite substance vagale. Cette substance a les mêmes effets que ceux de l'excitation du nerf X. Cette substance vagale est de l'**acétylcholine**.

Le nerf vague ou pneumogastrique agit donc sur le muscle cardiaque par l'intermédiaire de l'acétylcholine. Cette substance est un **médiateur chimique** ou **neuromédiateur** ou encore **neurotransmetteur**.

L'acétylcholine, libérée par les fibres parasympathiques, a une action modératrice sur le rythme cardiaque : c'est une **substance cardio-modératrice**.

L'acétylcholine ne provoque pas l'apparition d'un potentiel d'action dans les cellules musculaires cardiaques mais retarde la dépolarisation spontanée des cellules du nœud sinusal. Le temps nécessaire au déclenchement automatique du potentiel d'action dans ces cellules est de ce fait allongé entraînant un ralentissement du rythme cardiaque.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 165 27/02/2025 16:54

Synthèse

Lorsque la stimulation des nerfs vagues est suffisamment intense, la quantité d'acétylcholine est telle que le potentiel d'action n'apparaît pas : le cœur s'arrête en diastole. Toutefois, après sa libération dans le myocarde, l'acétylcholine est rapidement détruite par une enzyme : la **cholinestérase**. Son effet est donc très fugace. D'où le phénomène d'échappement.

L'excitation du nerf orthosympathique du cœur A entraîne une accélération du rythme cardiaque et une augmentation de l'amplitude des contractions. Au niveau du cœur B, il se produit les mêmes effets mais avec un retard sur le cœur A. L'excitation du nerf orthosympathique provoque la libération dans le liquide physiologique du premier cœur, d'une substance accélératrice du rythme cardiaque. Cette substance (la sympathine) est susceptible de provoquer aussi à distance les mêmes effets que ceux du nerf orthosympathique après excitation. La sympathine est de la **noradrénaline**. Le nerf orthosympathique agit donc sur le muscle cardiaque par l'intermédiaire de la noradrénaline qui est le **médiateur chimique**. Elle a une action accélératrice sur le rythme cardiaque : c'est une substance cardio-accélératrice.

La noradrénaline accélère la dépolarisation spontanée des cellules nodales et, par conséquent, précipite l'apparition d'un potentiel d'action à l'origine de l'accélération du rythme cardiaque. Toutefois, la libération de noradrénaline, après excitation des nerfs orthosympathiques, n'est pas immédiate : ceci explique le temps de latence observé entre le moment de la stimulation et la réaction du cœur. La noradrénaline est détruite dans le myocarde grâce à l'intervention d'une enzyme qui l'oxyde.

Un **médiateur chimique** est une substance chimique synthétisée par le neurone, mise en réserve dans les vésicules présynaptiques et libérée, suite à une stimulation, dans la fente synaptique où il exerce son action. Le médiateur chimique est rapidement inactivé après son action suite à sa fixation sur les récepteurs spécifiques de la membrane du neurone postsynaptique.

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la sécrétion des médiateurs chimiques et à leur action sur le cœur.

1. L'adrénaline est libérée par le nerf vague pour ralentir le rythme cardiaque.
2. L'Acétylcholine est libérée par le nerf vague pour accélérer le rythme cardiaque.
3. L'adrénaline est libérée par le nerf orthosympathique pour ralentir le rythme cardiaque
4. L'Acétylcholine est libérée par le nerf vague pour ralentir le rythme cardiaque.
5. L'adrénaline est libérée par le nerf orthosympathique pour accélérer le rythme cardiaque.

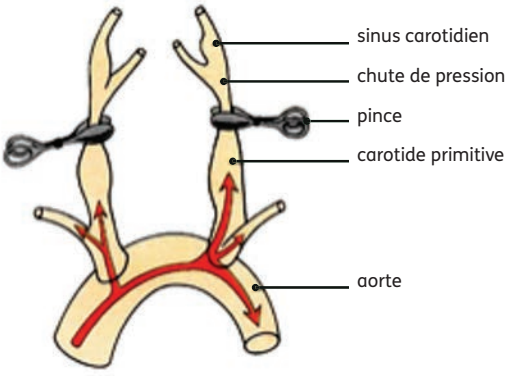
Relève les chiffres des affirmations justes.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 166 27/02/2025 16:54

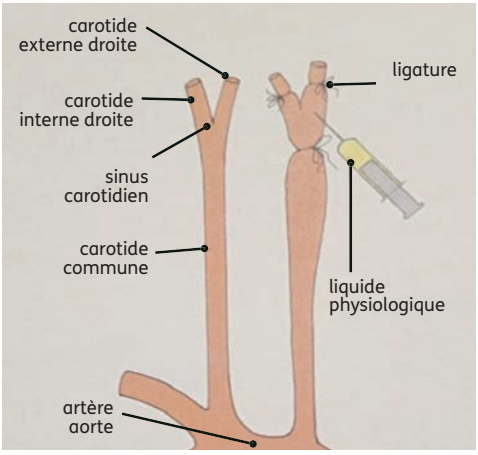
APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

Pour approfondir sa connaissance sur le fonctionnement du cœur, ta voisine de quartier fait des recherches dans un manuel de Biologie. Elle découvre les expériences ci-dessous illustrées portant sur des ligatures effectuées au niveau du sinus carotidien d'où partent les fibres nerveuses du nerf de Hering ainsi que les résultats obtenus.



Expérience 1 :
Pose de pince avant le sinus carotidien.
Résultats :
- Chute de pression dans le sinus carotidien.
- Accélération du rythme cardiaque.



Expérience 2 :
- Ligature isolant le sinus carotidien.
- Injection d'une solution physiologique.
Résultats :
- Hypertension dans le sinus carotidien.
- Ralentissement du rythme cardiaque.

Elle te sollicite pour exploiter les résultats de ces expériences.

1. Relève le but des expériences présentées par le document.
2. Analyse le résultat de l'expérience 2.
3. Explique la modération du rythme cardiaque par l'hypertension créée dans le sinus.
4. Déduis l'évolution du rythme cardiaque dans l'expérience 1.

Corrigé

1. But des expériences.
Déterminer l'influence de la pression artérielle sur l'activité cardiaque (rythme cardiaque)

2. Analyse du résultat de l'expérience 2 :
La création artificielle d'une hypertension dans le sinus carotidien provoque une modération ou un ralentissement du rythme cardiaque.

Méthode

Relever ce qui est recherché à travers l'expérience ; l'objet de l'expérience

Mettre en relation l'action ou les actions mené(es) et le ou les résultats obtenu(s).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 167 27/02/2025 16:54

3. Explication de la modération du rythme :
Dans l'énoncé, il est précisé que, des sinus carotidiens partent les fibres du Hering.
L'hypertension artificiellement créée stimule les récepteurs du sinus auxquels sont reliées les fibres du Hering. Le message nerveux né de cette stimulation est véhiculé par les fibres du Hering vers le centre cardiomodérateur bulbaire qui à travers le nerf vague ralentit le rythme cardiaque.

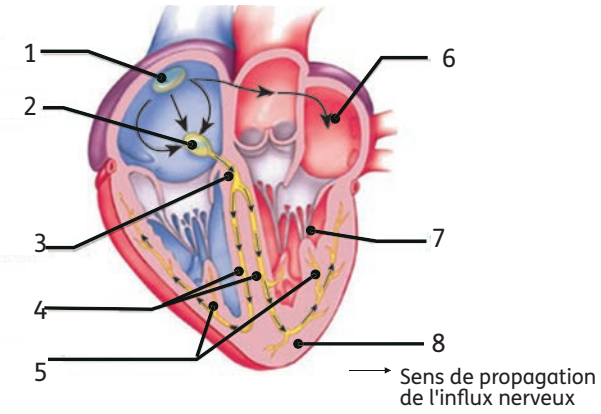
Traduire le lien entre l'hypertension créée et la modération du rythme cardiaque.

4. Déduction de l'évolution du rythme cardiaque :
À l'opposé de l'expérience 2, dans l'expérience 1, il est créé une hypotension dans le sinus carotidien avec les ligatures : il aura une accélération du rythme cardiaque.

Partir de l'effet contraire obtenu pour faire la déduction.

Exercice 2

Pour vous exercer après la leçon sur le fonctionnement du cœur, le professeur vous remet le document ci-contre se rapportant au tissu nodal dans un cœur de mammifère. Il vous demande d'y mettre en relief le tissu nodal et de dégager son action sur le fonctionnement cardiaque.



Ta voisine de classe te sollicite pour l'aider à comprendre le fonctionnement du tissu nodal.
1. Annote le document, en utilisant les chiffres.
2. Décris le tissu nodal.
3. Explique l'action du tissu nodal dans le fonctionnement du cœur.
4. Déduis l'origine de l'automatisme cardiaque.

Corrigé

1. Annotation
1- nœud sinusal ; 2– nœud septal ; 3- faisceau de His ; 4- branches du faisceau de His ;
5– réseau de Purkinje ; 6- oreillette gauche ;
7- ventricule gauche ; 8- myocarde.

Méthode

Nommer chaque partie identifiée.

2. Description du tissu nodal
Le tissu nodal est fait de cellules ayant conservé leurs caractères embryonnaires de grande

Observer le document et relever les caractéristiques des différents constituants du tissu nodal.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 168 27/02/2025 16:54

excitabilité et de contractilité rythmique. Il se compose du nœud sinusal et du nœud septal localisés dans l'oreillette droite, du faisceau de His et du réseau de Purkinje localisés dans les parois des ventricules.

3. Explication de l'action du tissu nodal

Les excitations prennent naissance spontanément dans le nœud sinusal et provoquent la contraction des oreillettes. Elles gagnent ensuite le nœud septal puis le faisceau de HIS et enfin le réseau de PURKINJE entraînant la contraction des ventricules.

Faire ressortir le rôle du tissu nodal dans la contraction cardiaque.

4. Déduction de l'origine de l'automatisme

L'automatisme cardiaque prend son origine dans la contraction spontanée et rythmique des cellules du nœud sinusal.

Conclure, à partir de l'explication de l'action du tissu nodal, sur la provenance des excitations qui provoquent les contractions.

Résumé de cours

Le cœur est un organe doté d'un automatisme dû à l'existence d'un tissu spécial qui est le tissu nodal. Ce tissu est formé de cellules ayant la capacité de se contracter de façon rythmique et spontanée.

Le fonctionnement du cœur peut être enregistré grâce au cardiographe à balancier et l'enregistrement obtenu est appelé le cardiogramme. Le déclenchement de la contraction cardiaque est dû à une activité électrique du cœur appelée électrocardiogramme (ECG).

L'activité cardiaque est influencée par le système nerveux central qui la régule en fonction des besoins de l'organisme. Les nerfs de Hering et de Cyon transmettent des informations (influx nerveux) au centre cardiomodérateur suite aux fluctuations de la pression et des concentrations de substances au niveau de la crosse aortique et du sinus carotidien. Ce centre agit pour ralentir le rythme cardiaque grâce au nerf vague (nerf parasympathique) ou pour l'accélérer grâce au nerf orthosympathique, en libérant le centre cardio accélérateur médullaire.

Le ralentissement du rythme cardiaque par le nerf vague se fait par l'intermédiaire de l'acétylcholine et l'accélération du rythme cardiaque par l'orthosympathique se fait par l'intermédiaire de l'adrénaline ou la noradrénaline.

L'acétylcholine et la noradrénaline sont des médiateurs chimiques.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 169 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercices de renforcement

Exercice 1

Le texte ci-dessous se rapporte à l'action des nerfs sur le cœur.

Le rythme cardiaque est régulé par deux types d'innervation. Une innervation ...1... et une innervation...2... .
Le rythme cardiaque est modéré par un centre.....3.... qui est relié au centre .....4.....par un.....5... .
Le nerf vague...6...le rythme cardiaque en libérant dans le myocarde de. ...7... .À l'opposé les fibres du ...8... libèrent de ...9... qui ...10... le rythme cardiaque.

Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants en utilisant les chiffres :
cardiomodérateur ; l'adrénaline ; orthosympathique ; neurone d'association ; nerf orthosympathique ; accélère ; cardioaccélérateur ; parasympathique ; ralentit ; l'acétylcholine.

Exercice 2

Les affirmations ci-dessous se rapportent au cardiogramme et à l'électrocardiogramme.

A. Le cardiogramme se compose des ondes P et QRS.
B. L'électrocardiogramme déclenche le cardiogramme.
C. L'électrocardiogramme représente l'activité mécanique du cœur.
D. L'onde P déclenche la contraction des oreillettes.
E. Le complexe QRS correspond à la repolarisation des ventricules.
F. Dans l'ordre chronologique du fonctionnement du cœur, le cardiogramme précède l'électrocardiogramme.

Relève les affirmations justes, en utilisant les lettres.

Exercice 3

Le tableau ci-dessous présente des ondes de l'électrocardiogramme et leurs effets sur le cœur.

Ondes de l'électrocardiogramme	Effets sur le cœur
I. Onde QRS II. Onde P III. Onde T	A. Repolarisation des ventricules B. Dépolarisation des ventricules C. Dépolarisation des oreillettes

Associe chaque onde de l'électrocardiogramme à son effet sur le cœur, en utilisant les chiffres et les lettres.

Exercice 4

Les affirmations ci-dessous concernent le tissu nodal et son rôle dans le fonctionnement du cœur.

A. Le sinus est un composant du tissu nodal.
B. Le faisceau de His est logé dans l'oreillette gauche.
C. La contraction du cœur débute par des potentiels d'action qui naissent spontanément dans le nœud sinusal.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 170 27/02/2025 16:54

D. Le nœud de KEITH et FLACK, situé dans l'Oreillette droite est le pacemaker du cœur.
E. Le nœud septal prolonge l'action du nœud sinusal dans les oreillettes.
F. Le réseau de Purkinje prolonge le faisceau de His dans les parois ventriculaires.
G. Le faisceau de His est à l'origine de la contraction des oreillettes.

Écris « Vrai » ou « Faux » pour chaque affirmation, en utilisant les lettres.

Exercice 5

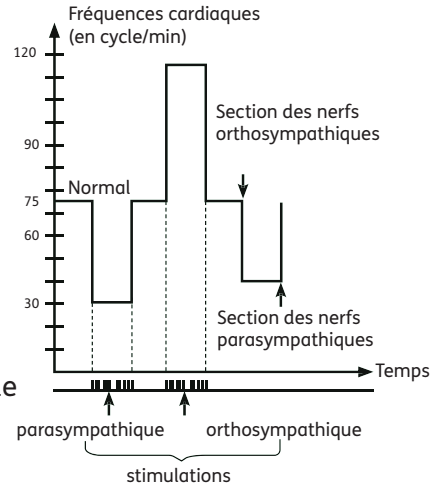
Les expressions suivantes, placées dans le désordre, explique le mécanisme de l'automatisme cardiaque : A - Propagation de l'influx nerveux dans le myocarde auriculaire ; B - Contraction des ventricules ; C - Apparition spontanée de PA dans le nœud sinusal ; D - Convergence de l'influx nerveux vers le nœud septal ; E - Transmission de l'influx nerveux aux ventricules par l'intermédiaire du faisceau de His et du réseau de Purkinje ; F - Contraction des oreillettes.

Range-les dans l'ordre pour expliquer le mécanisme de l'automatisme cardiaque, en utilisant les lettres.

Exercices d'approfondissement

Exercice 1

À la recherche d'exercice pour préparer le devoir de niveau sur le fonctionnement du cœur, ton camarade de classe découvre dans un manuel de biologie les expériences ci-contre et leurs résultats. Ces expériences ont consisté à réaliser des excitations et des sections de nerfs reliés à un cœur et à procéder à l'enregistrement de la fréquence cardiaque dans chaque cas.



Il sollicite ton aide pour l'exploitation des résultats de ces expériences.

1. Indique la fréquence normale du cœur étudié.
2. Analyse les résultats obtenus à la suite des excitations d'une part et des sections d'autre part.
3. Explique le résultat obtenu à la suite de la section du parasympathique.
4. Déduis l'action permanente du parasympathique sur le rythme cardiaque.

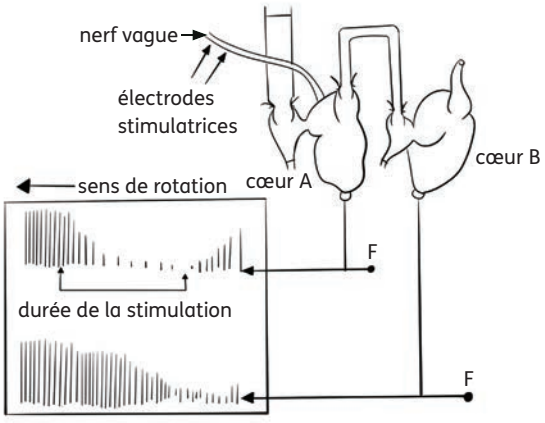
Exercice 2

Lors de la leçon sur le fonctionnement du cœur, ton camarade de classe malade, était absent. À son retour, tu lui donnes , en plus de ton cahier, les supports de cours ci-après que le professeur vous avait remis pour expliquer le mode d'action des nerfs extrinsèques du cœur. Il te sollicite pour lui expliquer cette partie du cours.

1. Décris le protocole de l'expérience présentée par le document.
2. Analyse les enregistrements obtenus avec les cœurs A et B.

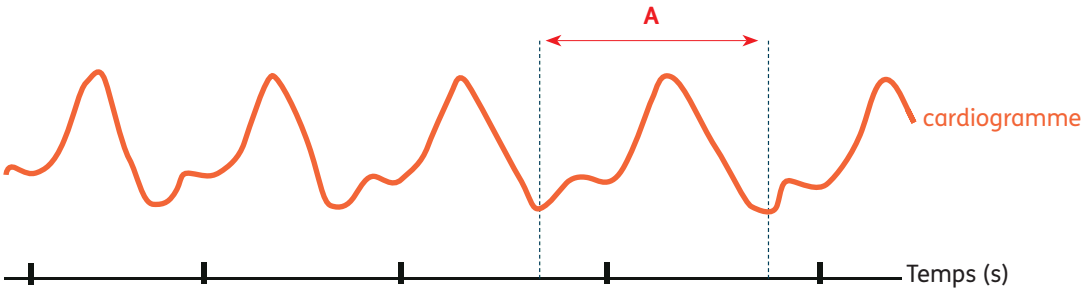
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 171 27/02/2025 16:54

3. Explique ces résultats.
4. Déduis le mode d'action de ce nerf extrinsèque.



Exercice 3

Dans le cadre de la préparation des examens de fin d'année scolaire, le professeur de SVT propose à chaque groupe de travail des exercices pour une révision générale. L'un d'eux porte sur les contractions du cœur. Le document ci-dessous illustre cet exercice. Il présente un enregistrement obtenu à partir du cœur perfusé au Ringer.



Pendant la séance de mise en commun, tu es choisi par le professeur pour présenter le travail de ton groupe.

1. Reproduis et annote la portion A du cardiogramme.
2. Décris la portion A du cardiogramme.
3. Déduis le fonctionnement du cœur en rapportant cette portion à l'ensemble du cardiogramme.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 172 27/02/2025 16:54

Approfondis tes connaissances

Excitation électrique du cœur

Le fonctionnement du cœur est automatique. Cependant, il peut être excité par le courant électrique.

Toute excitation portée sur le ventricule pendant sa systole est sans effet ; le cœur étant réfractaire à cette période.

Si l'excitation est portée pendant la diastole, on enregistre une contraction appelée extrasystole suivie d'un long repos ou repos compensateur.
Interprétation : L'excitation portée pendant la diastole provoque une propagation de message au niveau du ventricule qui se contracte. Ainsi le message normal correspondant au rythme cardiaque et en provenance du nœud sinusal tombe dans une période réfractaire. Le ventricule ne peut se contracter, ce qui provoque un décalage. Ainsi à l'opposé du muscle squelettique, le cœur n'est pas tétanisable à cause de son inexcitabilité périodique
Lorsque le sinus est excité pendant la diastole, on enregistre une extrasystole non suivie de repos compensateur.

Les bruits entendus à l'écoute d'un cœur en fonctionnement

Lorsqu'on écoute un cœur battre, on entend deux bruits.
Un premier (plus grand) correspond au complexe QRS et il y a l'ouverture des valvules sigmoïdes pour l'expulsion du sang des ventricules vers les poumons et le reste de l'organisme tandis que les valvules auriculo-ventriculaires se ferment.
Un deuxième bruit qui se produit après l'onde T (en diastole générale). Il y a l'ouverture des valvules auriculo-ventriculaires qui permet au sang d'être chassé des oreillettes vers les ventricules et la fermeture des valvules sigmoïdes.

Exemple d'adaptation du fonctionnement du cœur

Lors d'une activité physique, il est constaté une augmentation du rythme cardiaque.
Explication : Les nerfs reliés au cœur interviennent dans cette augmentation. L'élévation de la concentration du CO_2 dans le sang suite à l'effort, stimule les chémorécepteurs situés dans la crosse aortique et le sinus carotidien. L'influx est véhiculé par les nerfs de Cyon et Hering au centre cardiomodérateur qui lève le frein modérateur exercé en permanence sur le centre accélérateur. Il s'ensuit une augmentation du rythme cardiaque grâce à l'action de l'orthosympathique.

Calcul de la fréquence cardiaque

Le rythme cardiaque peut être mesuré grâce à un tensiomètre ou manuellement en prenant son pool au poignet avec l'index et le majeur. On compte le nombre de pulsations sur trente secondes, puis on multiplie par deux pour avoir le nombre de pulsations par minute.

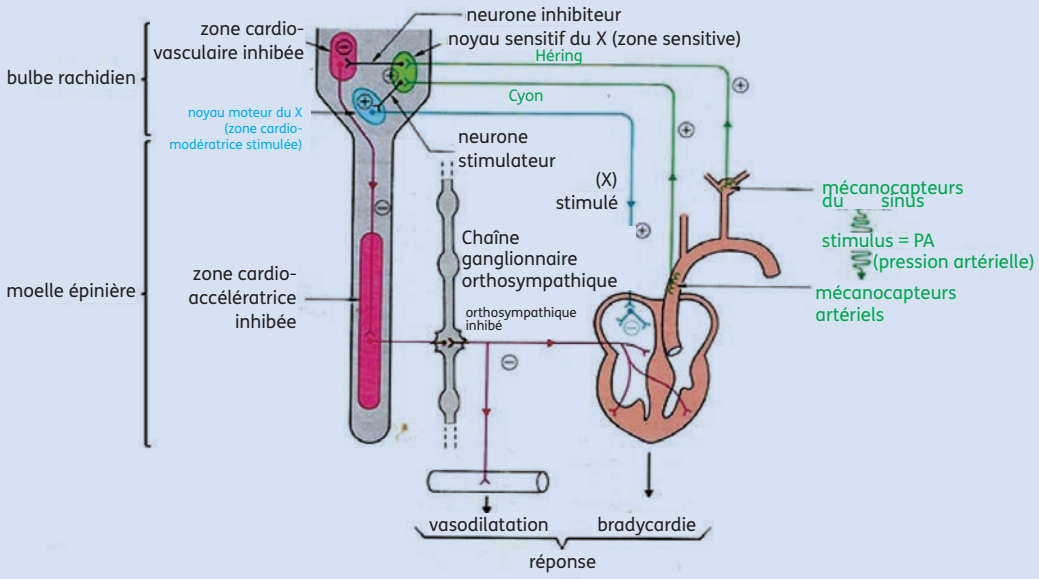
Régulation de fréquence cardiaque

La régulation de la fréquence cardiaque (et donc de la pression artérielle) est un mécanisme réflexe, c'est-à-dire automatique, faisant intervenir un contrôle nerveux. L'organisme va réguler la pression artérielle afin de le maintenir entre les valeurs compatibles avec la vie.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 173 27/02/2025 16:54

Approfondis tes connaissances

Lors de la systole, le sang éjecté augmente la pression, distend les parois des artères, ce qui étire leurs cellules musculaires. Cet étirement stimule les mécanorécepteurs (ou barorécepteurs) situés dans le sinus carotidien et la crosse aortique où naissent les potentiels d'action des nerfs sino-aortiques.
Les nerfs de Hering et de Cyon conduisent les influx nerveux jusqu'au bulbe rachidien. Ce sont les conducteurs centripètes (sensitifs) du réflexe. Du bulbe rachidien, partent les influx moteurs centrifuges inhibiteurs du cœur qui circulent dans les nerfs vagues ou pneumogastriques et provoquent une bradycardie, ce qui permettra un retour à la normale de la pression artérielle. Pour cette raison, le système des mécanorécepteurs et des nerfs sino-aortiques est appelé système amortisseur, car il s'oppose aux variations de la pression artérielle (PA) dont il réduit les fluctuations quotidiennes par l'intermédiaire de la fréquence cardiaque et du volume systolique.



Lorsque l'organisme est en hypotension (baisse importante de la pression artérielle), l'activité des nerfs sino-aortiques diminue et le centre cardio-modérateur bulbaire est inhibé. Les centres cardio-accélérateurs sont alors stimulés, et envoient des influx nerveux qui circulent dans les nerfs orthosympathiques et provoquent une tachycardie, ce qui permettra un retour à la normale de la pression artérielle.

fedecardio.org

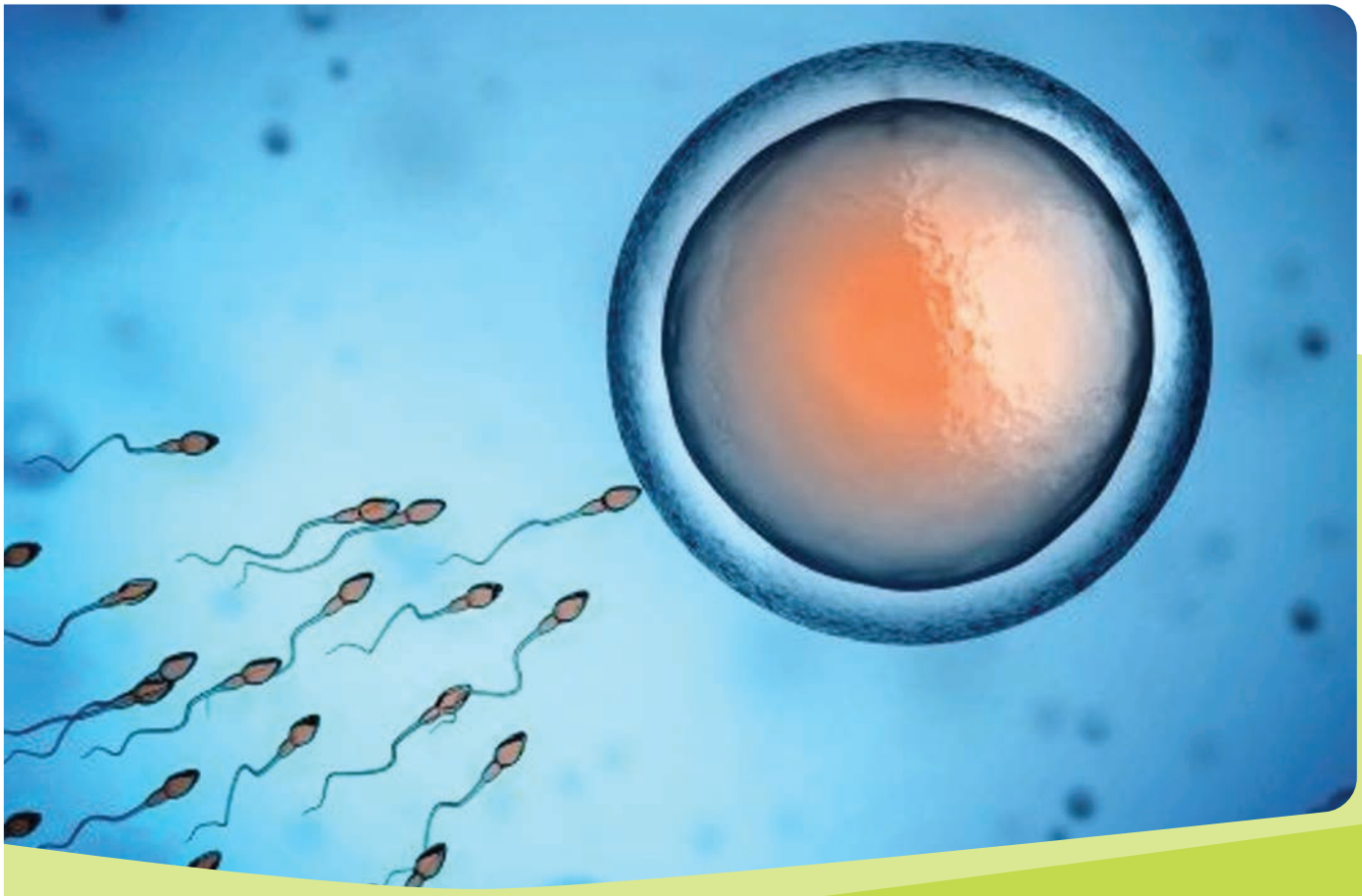
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 174 27/02/2025 16:54

Thème 4

LA REPRODUCTION CHEZ LES MAMMIFÈRES ET CHEZ LES SPERMAPHYTES

Leçon 1

Le devenir des cellules sexuelles chez les mammifères



Situation d'apprentissage

Pour préparer un exposé sur la reproduction chez les mammifères, des élèves de ta classe effectuent des recherches à la bibliothèque de leur établissement. Ils découvrent, dans les documents scientifiques consultés, que la fécondation se déroule en plusieurs étapes et aboutit à la formation d'un œuf qui évolue. Ils découvrent aussi qu'il existe des techniques pour contourner les obstacles à la procréation. Pour en savoir plus sur ces phénomènes, ils décident de décrire les étapes de la fécondation et l'évolution de la cellule-œuf, d'identifier quelques obstacles à la procréation et de dégager l'importance de quelques techniques de procréation assistée.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 176 27/02/2025 16:54

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Décrire	- les étapes de la fécondation chez les mammifères ; - l'évolution de l'œuf jusqu'à la nidation.
Annoter	le schéma : - des étapes de la fécondation ; - de l'évolution de l'œuf.
Identifier	quelques obstacles à la procréation.
Dégager	l'importance de : - l'insémination artificielle, - la FIVETE.
Déduire	les notions de grossesses, de grossesses précoces.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1 Décrire les étapes de la fécondation chez les mammifères

La figure ci-dessous est relative aux étapes de la fécondation chez les mammifères.

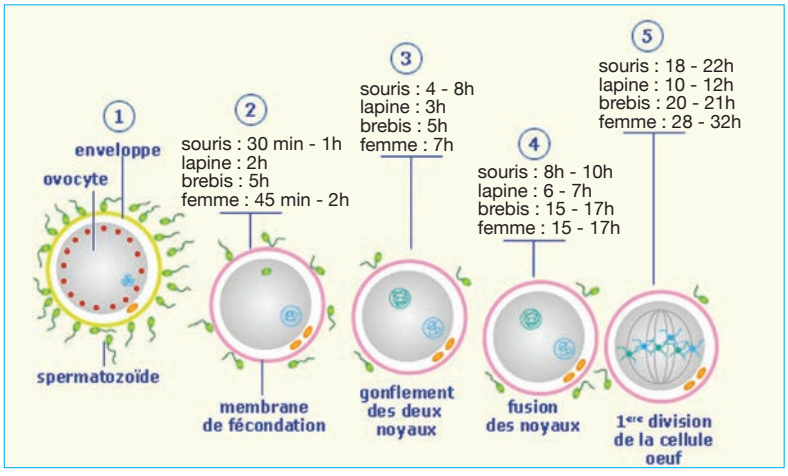


Figure 1 : Étapes de la fécondation chez les mammifères

- Observe attentivement le phénomène présenté par la figure.
- Identifie les étapes de la fécondation.
- Décris chacune de ces étapes.

Synthèse

La fécondation est la rencontre et l'union ou la fusion d'un gamète mâle et d'un gamète femelle haploïdes (n). Le résultat est un zygote, une cellule diploïde (2n).

Migration des gamètes

L'ovocyte II est capté par les franges du pavillon après l'ovulation. Il est transporté jusqu'à l'ampoule de fécondation grâce aux contractions de l'oviducte et aux mouvements des cils vibratiles qui tapissent sa paroi. Les spermatozoïdes sont déversés en grand nombre (environ 300 millions) dans le vagin. Ils subissent une sélection au niveau du col utérin (faite par la glaire cervicale abondante en période féconde) et dans la cavité utérine. Très peu, une centaine environ, parvient au voisinage de l'ovocyte II. Pendant ce déplacement des spermatozoïdes, grâce à leur flagelle, du vagin à l'ampoule, ils subissent une dernière transformation appelée capacitation qui les rend plus fécondants.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 177 27/02/2025 16:54

Synthèse

Pénétration du spermatozoïde et l'activation de l'ovocyte II

Une centaine de spermatozoïdes parviennent au voisinage de l'ovocyte II entouré de cellules folliculaires pédonculées formant la corona radiata. La rétraction de celles-ci amène un spermatozoïde au contact de la zone pellucide de l'ovocyte. L'acrosome du spermatozoïde libère des enzymes protéolytiques qui digèrent la zone pellucide. Le spermatozoïde entre en contact avec la membrane ovocytaire. Le spermatozoïde ou le noyau pénètre dans le cytoplasme ovocytaire. Il s'ensuit un éveil physiologique de l'ovocyte II qui se traduit par la reprise de la méiose avec l'émission du deuxième globule polaire et la libération du contenu des granules corticaux qui rend l'espace péri ovocytaire imperméable aux autres spermatozoïdes.

Fusion des noyaux ou caryogamie

Le noyau haploïde(n) du spermatozoïde et le noyau haploïde (n) de l'ovocyte s'hydratent et se transforment en pronuclei (pronucléus mâle et pronucléus femelle) et fusionnent pour donner l'œuf ou zygote diploïde (2n).

La fécondation permet donc l'obtention d'un nouvel individu à cellules diploïdes en rétablissant le nombre (2n) de chromosomes caractéristiques de l'espèce. Elle est à l'origine du polymorphisme des individus et de la détermination chromosomique du sexe du nouvel individu.

Exercice de fixation

Les étapes ci-dessous présentées dans le désordre, se rapportent à la fécondation.

I : fusion des pronucléus ; II : traversée du canal cervical ; III : rétraction des cellules folliculaires ; IV : formation de pronucléus ; V : apparition des asters ; VI : pénétration du noyau spermatique ; VII : libération du contenu des granules corticaux ; VIII : hydratation des noyaux mâle et femelle ; IX : formation de la membrane de fécondation.

Range ces étapes dans l'ordre chronologique du déroulement de la fécondation, en utilisant les chiffres.

Activité 2 Décrire l'évolution de l'œuf jusqu'à la nidation

La figure ci-dessous présente l'évolution de l'œuf jusqu'à la nidation.

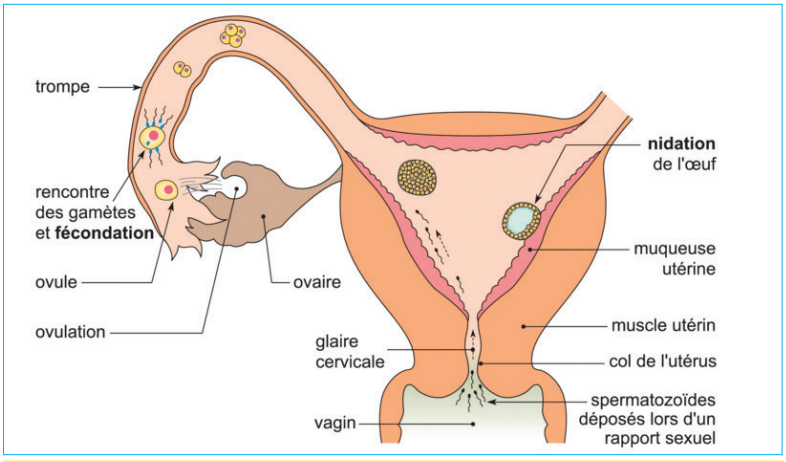


Figure 2 : Évolution de la cellule œuf jusqu'à la nidation

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 178 27/02/2025 16:54

- Observe attentivement les différentes étapes de l'évolution de la cellule-œuf.
- Identifie les principales étapes de l'évolution de la cellule-œuf.
- Décris l'évolution de l'œuf jusqu'à la nidation.

Synthèse

La cellule-œuf issue de la fécondation ou zygote migre de l'ampoule tubulaire à l'utérus. Il subit une série de mitoses, c'est **la segmentation** qui donne successivement deux (2), quatre (4), huit (8) cellules, ainsi de suite jusqu'à l'obtention d'un massif cellulaire appelé **morula**. Celui-ci se creuse d'une cavité appelée blastocœle. Les cellules de l'embryon se différencient et s'organisent. L'embryon prend la forme d'une masse dont la paroi est formée par une couche de petites cellules appelée trophoblaste. Dans la cavité, une masse de cellules volumineuse forme le bouton embryonnaire.

Au septième (7ème) jour après la fécondation, la zone pellucide se détache et l'embryon s'accroche à la paroi utérine. Les cellules du trophoblaste émettent des villosités qui pénètrent dans la muqueuse utérine qui se referme sur elles pour former un nid : c'est **la nidation** qui marque le premier moment d'une grossesse qui se termine à l'accouchement.

La grossesse est précoce lorsqu'elle survient avant l'âge de 18 ans qui est l'âge de la majorité.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente les stades d'évolution de la cellule-œuf, les différents phénomènes et leur définition.

Stades d'évolution/phénomènes	Définitions
1. Cellule-œuf ou zygote 2. Stade deux cellules 3. Morula 4. Embryon 5. Segmentation 6. Nidation	a) Masse cellulaire issue de la segmentation b) Organisme qui se fixe dans l'utérus c) Division successive de la cellule-œuf d) Cellule issue de la fusion du spermatozoïde et de l'ovule e) Fixation de l'embryon dans l'endomètre de l'utérus f) Résultat de la première division du zygote

Associe chaque stade/phénomène à sa définition, en utilisant les chiffres et les lettres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 179 27/02/2025 16:54

Activité 3 Identifier quelques obstacles à la procréation

Les figures 3a et 3b représentent quelques obstacles à la procréation.

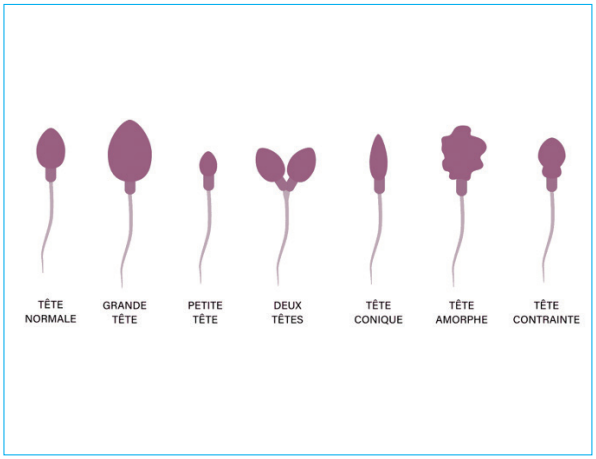


Figure 3 a : Spermatozoïdes anormaux

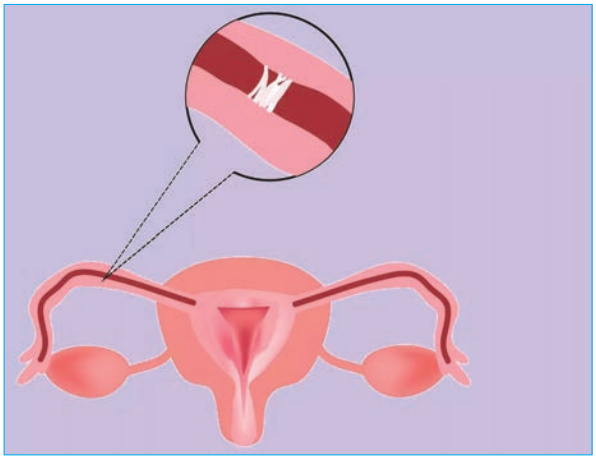


Figure 3 b : Trompe bouchée

Figure 3 : Quelques obstacles à la procréation

- Observe les figures.
- Relève les obstacles présentés par ces figures.
- Explique l'impact de ces obstacles sur la procréation.

Synthèse

Les obstacles à la procréation sont liés à l'infertilité qui est l'incapacité à parvenir à une grossesse avec une probabilité existante et à la stérilité qui est l'incapacité à procréer naturellement.

Chez l'homme, l'infertilité est souvent liée au nombre de spermatozoïdes et aux anomalies chromosomiques. La difficulté réside, en général, dans l'émission et la circulation des spermatozoïdes et parfois dans une anomalie de la spermatogenèse. Il y a, entre autres, l'**oligospermie** qui affecte les hommes dont la totalité de l'éjaculat ne contient que 15 millions de spermatozoïdes par centimètre cube ou 30 millions de spermatozoïdes; l'**asthénospermie**, un trouble de la mobilité des spermatozoïdes ; la **nécrospermie** caractérisée par une proportion élevée de spermatozoïdes morts ; l'**azoospermie**, une absence totale de spermatozoïde dans le sperme, la **tératospermie** qui se caractérise par des spermatozoïdes présentant des défauts morphologiques .

Ces affections empêchent que les spermatozoïdes atteignent l'ampoule pour la fécondation.

Chez la femme, l'infertilité est souvent liée à des problèmes hormonaux ou au niveau des trompes et de l'utérus. L'un des obstacles les plus fréquents est l'**obstruction** des trompes pour diverses causes. L'obstruction des trompes empêche la rencontre des cellules sexuelles et donc la fécondation.

Ces obstacles sont surmontés grâce à la **procréation médicalement assistée**.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 180 27/02/2025 16:54

Exercice de fixation

Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte aux obstacles à la procréation et à la procréation médicalement assistée

Chez certaines personnes, la stérilité ou ...**A**... empêchent la procréation. Chez l'homme, la faible quantité de ...**B**... et chez la femme l'obstruction des ...**C**... sont des freins à la fécondation. Ils ont alors recours à la ...**D**... . Ces techniques sont utilisées pour contourner les difficultés de ...**E**... des spermatozoïdes et de ...**F**... au cas où ...**G**... est fécondé.

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les lettres : *l'œuf ; migration ; l'infertilité ; procréation assistée ; voies génitales ; l'ovocyte II ; spermatozoïdes.*

Activité 4 Dégager l'importance de l'insémination artificielle et de la F.I.V.E.T.

4-1 L'insémination artificielle

Les figures 4a, 4b et 4c présentent la technique d'insémination artificielle.

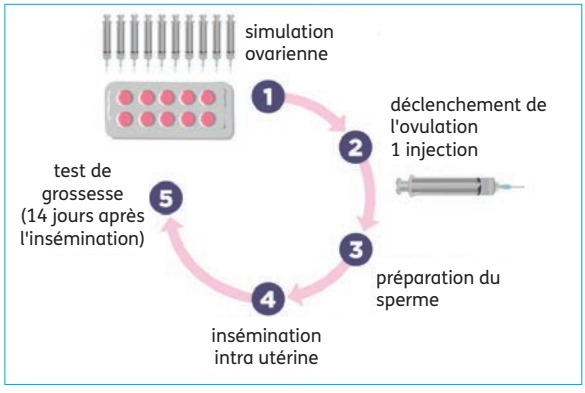


Figure 4 a : Étapes de l'Insémination artificielle

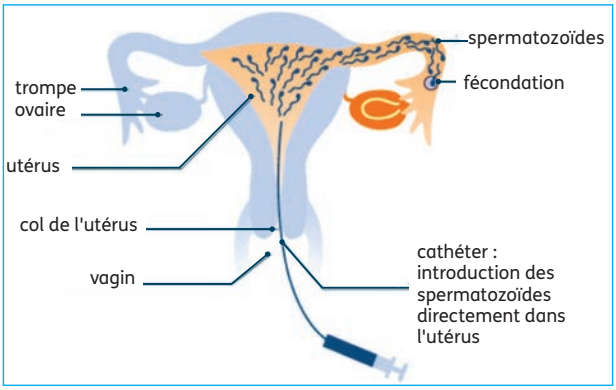


Figure 4 b : Dépôt de spermatozoïdes

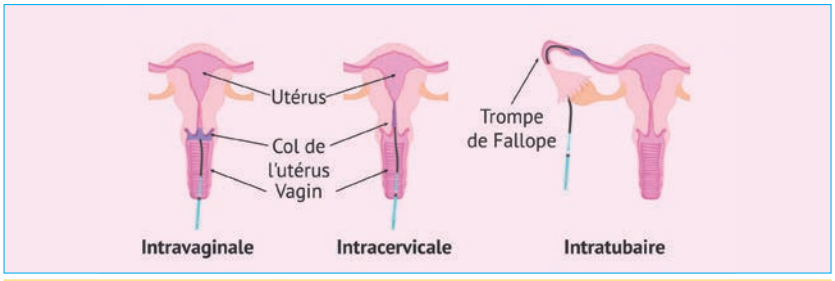


Figure 4 c : Différents niveaux de dépôt des spermatozoïdes lors de l'insémination

Figure 4 : Insémination artificielle

- Observe les figures.
- Relève les étapes de l'insémination artificielle.
- Indique les différentes zones de dépôt des spermatozoïdes.
- Dégage l'intérêt de l'insémination artificielle (IA).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 181 27/02/2025 16:54

Synthèse

L'insémination artificielle consiste à un dépôt, grâce à un applicateur (seringue stérile sans aiguille ou pipette...) de spermatozoïdes à divers niveaux dans les voies génitales d'une femelle en période féconde.
Elle nécessite des précautions : la stimulation ovarienne, le déclenchement de l'ovulation, la préparation du sperme, l'insémination intra utérine et le test de grossesse.
Chez l'humain, Il y a l'insémination artificielle avec le sperme du conjoint (IAC) pour des hommes impuissants ou hypofertiles et l'insémination artificielle avec sperme de donneur (IAD) pour les cas de conjoint stérile où de conjoint qui a un problème génétique grave.
Chez les autres mammifères et surtout en élevage, l'insémination artificielle est fréquemment utilisée pour l'hybridation. Cette technique favorise l'amélioration des espèces par le croisement d'individus de la même espèce pour obtenir un hybride plus productif.

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous se rapportent à l'insémination artificielle.

1. L'insémination artificielle est utilisée pour éviter la stérilité.
2. L'insémination artificielle est un moyen pour contourner l'incapacité à féconder une femme.
3. L'insémination artificielle est dévolue à l'espèce humaine.
4. L'insémination artificielle est une technique de la reproduction assistée.
5. L'insémination artificielle est une technique d'hybridation.
6. L'insémination artificielle est utilisée pour l'amélioration des espèces chez l'homme.
7. L'insémination artificielle est utilisée pour l'amélioration des espèces chez les animaux.
8. L'insémination artificielle est une méthode contraceptive.

Écris « Vrai » ou « Faux » pour chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

4-2 La fécondation in vitro et transfert d'embryon (F.I.V.E.T.E)

La figure ci-dessous présente les étapes de F.I.V.E.T.E.

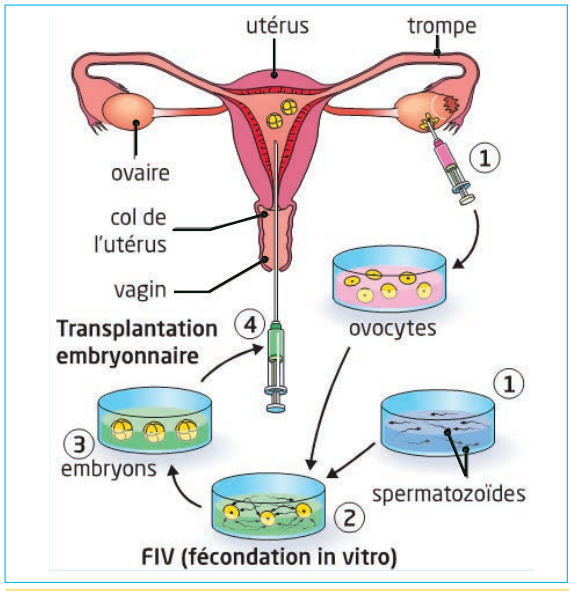


Fig. 5 : Fécondation In Vitro et Transfert d'Embryon (F.I.V.E.T.E)

- Observe la figure.
- Relève les étapes de FIVETE.
- Décris chacune des étapes de la FIVETE.
- Dégage l'intérêt de la FIVETE.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 182 27/02/2025 16:54

Synthèse

La FIVETE consiste à permettre la rencontre entre le spermatozoïde et l'ovocyte II en dehors du corps de la femme. Elle se fait en plusieurs étapes : prélèvement des gamètes (1) - fécondation in vitro (2) - obtention de cellules œuf - culture d'embryons (3) - transfert des embryons dans la cavité utérine (4) - contrôle de la nidation.

La FIVETE permet d'aider les femmes dont les trompes ne permettent pas la migration des spermatozoïdes ou de l'embryon pour cause de malformations congénitales ou acquises. Elle aide aussi les couples dont les maris sont hypofertiles ou stériles.

Exercice de fixation

Les étapes suivantes citées dans le désordre se rapportent à la F.I.V.E.T.E.

A = contrôle de la nidation ; B = culture d'embryons ; C = prélèvement de gamètes ; D = transfert d'embryons ; E = fécondation in vitro ; F = cellules œuf.

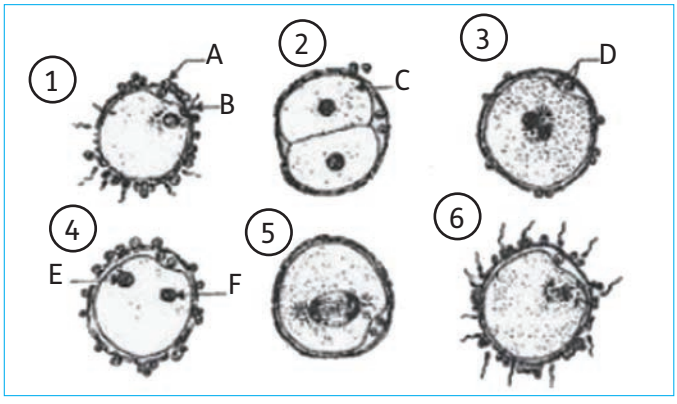
Range ces étapes dans l'ordre de la réalisation de la F.I.V.E.T.E. , en utilisant les lettres.

APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

À la fin du cours sur la reproduction chez des mammifères, des élèves de ta classe font des recherches pour mieux comprendre la leçon. Ils te présentent le document ci-contre qui relate le processus de la fécondation à divers stades chez la femme.

Ils te sollicitent pour les aider à exploiter le document.



1. Annote le document en utilisant les lettres.
2. Classe ces stades dans l'ordre chronologique du déroulement de la fécondation en utilisant les chiffres.
3. Décris la fécondation à partir des figures du document.
4. Précise le nombre de chromosomes des cellules et noyaux désignés par les lettres (A-B-C-D-E-F) dans le document.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 183 27/02/2025 16:54

Corrigé

1. Annotation en utilisant les lettres.

A = cellule folliculaire
B = spermatozoïde
C = blastomère
D = globules polaires
E-F = pronucléus

Méthode

Inscrire face à chaque lettre le nom correspondant.

2. Classification dans l'ordre chronologique :

6 -1 - 4 -3 - 5 -2

Mettre les images dans l'ordre du déroulement de la fécondation.

3. Description de la fécondation.

6 = Spermatozoïdes autour de l'ovocyte II.
1 = Pénétration d'un spermatozoïde.
4 = Gonflement des noyaux et formations de pronuclei.
3 = Fusion des noyaux.
5 = Anaphase de la première mitose de l'œuf
2 = Œuf à deux blastomères.

Traduire le processus de la fécondation à partir des figures du document.

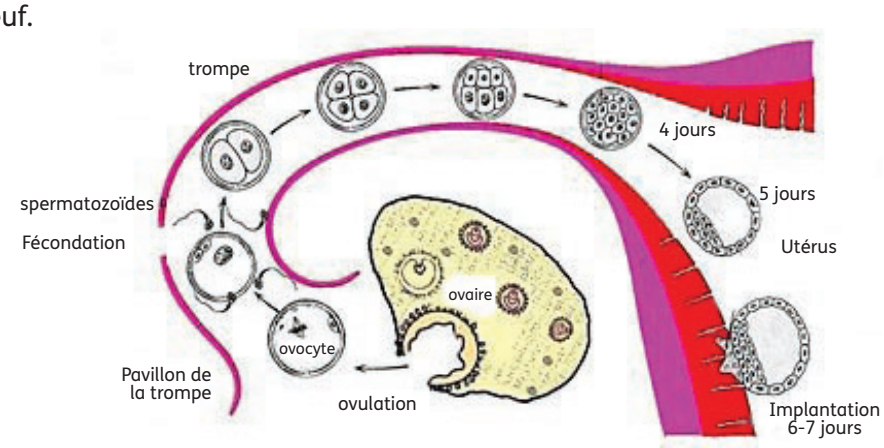
4. Précision du nombre de chromosomes des noyaux et cellules

A et C = 2n = 46 chromosomes
B, D, E et F = n = 23.

Indiquer le nombre de chromosomes des noyaux et cellules.

Exercice 2

Ta voisine classe, absente au cours sur le devenir des cellules sexuelles a utilisé ton cahier pour se mettre à jour. Elle revient vers toi avec le document ci-dessous relatif à l'évolution de l'œuf.



Elle sollicite ton aide pour lui expliquer le phénomène présenté par ce document.

1. Légende le document.
2. Identifie cinq évènements essentiels observés sur le document.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 184 27/02/2025 16:54

3. Explique :
a) la transformation subie par l'embryon entre le 4ème et le 6ème jour ;
b) l'implantation de l'embryon.

Corrigé

1. Légende :
De l'ovulation à la nidation

2. Identification de cinq évènements essentiels.
Ovulation-Fécondation-Segmentation-Migration-Nidation.

3. Explication.
a) Explication de la transformation entre le 4ème et le 6ème jour :
Au 4ème jour après la fécondation, l'œuf ayant subi plusieurs divisions ressemble à une petite mûre. Les cellules, jusque-là semblables, se différencient et s'organisent. L'embryon se creuse d'une cavité dans laquelle est suspendue une masse de cellules volumineuses qui forme le bouton embryonnaire. À la périphérie une couche de petites cellules forme le trophoblaste (6ème jour).

b) Explication de l'implantation de l'embryon.
Au 7ème jour, les cellules du trophoblaste émettent des villosités qui pénètrent dans la muqueuse utérine qui se referme sur elles pour former un nid.

Méthode

Observer attentivement le document.
Identifier avec précision le phénomène.

Relever de grands évènements observables sur le document.

Traduire les changements sur la période indiquée.

Relever la façon dont l'implantation se fait.

Résumé de cours

Chez les mammifères, la fécondation se déroule dans le tractus femelle, au tiers supérieur de la trompe. L'œuf, cellule diploïde ou zygote, issu de l'union du spermatozoïde et de l'ovocyte II, migre vers l'utérus, en se divisant, le long de la trompe. Au septième jour après la fécondation, l'embryon obtenu à partir des divisions successives et des transformations s'implante dans la muqueuse utérine postérieure. Il se forme un nid qui permet à l'embryon, relié à l'organisme de la femelle par le placenta, de poursuivre son développement. La procréation peut être empêchée par des obstacles contournables par la Procréation Médicalement Assistée (PMA).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 185 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercices de renforcement

Exercice 1

Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte à la FIVETE.

La F.IV.E.T.E. est une technique de ...1... . Elle se fait en plusieurs ...2... . Elle commence par le ...3... des gamètes. La fécondation se fait ...4... et les ...5... obtenus sont cultivés pour donner des ...6... . Ceux-ci sont transférés dans ...7... . La FIVETE permet de contourner la ...8... due aux ...9... chez la femme et à certaines ... 10... liées aux ...11... chez l'homme.

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : *anomalies ; embryons ; trompes bouchées ; stérilité ; œufs ; étapes ; in vitro ; prélèvement ; procréation médicalement assistée ; spermatozoïdes ; l'utérus.*

Exercice 2

Les affirmations ci-dessous sont relatives aux obstacles à la fécondation et à la procréation.

A. Les obstacles à la procréation peuvent être d'origine chromosomique.
B. La faible quantité de spermatozoïdes d'un éjaculat peut être un obstacle à la fécondation.
C. Une bonne mobilité des spermatozoïdes est un obstacle à la procréation naturelle.
D. Un déséquilibre hormonal chez la femme peut être un obstacle à la procréation.
E. La stérilité favorise la procréation.
F. L'infertilité est un obstacle à la procréation naturelle.
G. L'absence d'ovulation chez une femme est un obstacle à la procréation naturelle.
F. Une glaire cervicale imperméable est un obstacle à la fécondation.
G. L'obstruction des trompes utérines est un obstacle à la fécondation.

Réponds par « Vrai » ou par « Faux » à chaque affirmation, en utilisant les lettres.

Exercice 3

Le tableau ci-dessous présente des cellules et des garnitures chromosomiques possibles.

Cellules	Garnitures chromosomiques
A. Cellule folliculaire	
B. Spermatozoïde	1. 2n chromosomes
C. Globule polaire	
D. Spermatide	2. n chromosomes
E. Ovocyte II	

Relie chaque cellule à sa garniture chromosomique, en utilisant les lettres et les chiffres.

Exercice 4

Les affirmations ci-dessous sont relatives au zygote et à son évolution dans le tractus génital femelle.

1. L'œuf issu de la fécondation est diploïde.
2. La segmentation de l'œuf commence 48 h après la fécondation.
3. La nidation se fait le 7ème jour après la fécondation.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 186 27/02/2025 16:54

4. La migration et la segmentation se déroulent simultanément.
5. L'embryon parvient à l'utérus après quatre mitoses.
6. L'embryon se fixe grâce aux villosités des cellules du bouton embryonnaire.
7. Lors de la nidation, la muqueuse utérine se referme sur l'embryon pour former un nid.
8. L'embryon migre vers l'utérus grâce à ses flagelles.

Relève les affirmations justes, en utilisant les chiffres.

Exercice 5

Les étapes ci-dessous, placées dans le désordre, relatent la pratique de l'insémination artificielle.

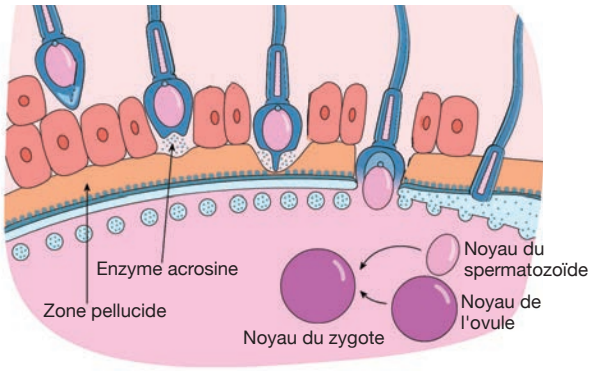
1. test de grossesse ; 2. préparation du sperme ; 3. stimulation ovarienne ;
4. insémination intra-utérine 5. déclenchement de l'ovulation.

Range ces étapes dans l'ordre de la réalisation d'une insémination artificielle, en utilisant les chiffres.

Exercices d'approfondissement

Exercice 1

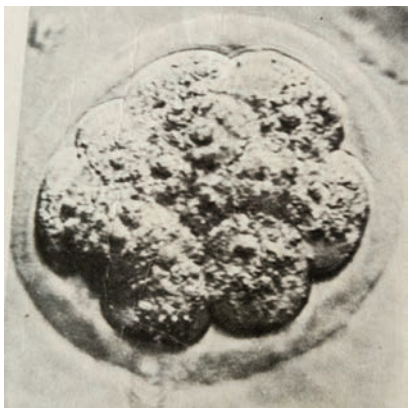
Pour préparer le devoir de niveau, ton voisin de table fait des recherches et découvre le document ci-contre dans un manuel de biologie. Il est relatif au processus de la fécondation chez les mammifères.
Tu te joins à lui pour exploiter le document.



1. Identifie le phénomène présenté par le document.
2. Explique le phénomène en cours.
3. Déduis la réaction qui empêche la polyspermie.

Exercice 2

Pendant la préparation du baccalauréat blanc régional, ton groupe de travail se déporte à la bibliothèque municipale. Sur le lieu, un autre groupe de travail détient un exercice sur la reproduction qui s'appuie sur le document ci-contre.
Ton groupe te choisit pour expliquer aux autres membres le phénomène présenté par le document.



1. Nomme le stade d'évolution de l'œuf illustré par le document.
2. Précise la position de l'embryon illustré par le document dans le tractus génital femelle.
3. Explique les transformations subies par l'embryon présenté par le document à la nidation.
4. Dégage le processus qui permet à l'embryon de poursuivre son développement dans la muqueuse utérine.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 187 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercice 3

À la fin de la leçon sur le devenir des cellules sexuelles chez les mammifères, le professeur vous propose un exercice de renforcement qui s'appuie sur le document ci-contre se rapportant à des spermatozoïdes dans le tractus génital femelle avant la rencontre des gamètes.

Votre professeur te désigne pour l'exploitation de ce document.

1. Indique le lieu où se trouvent les spermatozoïdes dans le tractus femelle.
2. Décris le phénomène présenté par le document.
3. Déduis son impact sur la sélection des spermatozoïdes.

Approfondis tes connaissances

Les jumeaux

Les jumeaux les plus fréquents sont les jumeaux fraternels (faux jumeaux) ou dizygotes qui sont issus de la fécondation de deux ovules par deux spermatozoïdes. Ce sont deux frères, deux sœurs ou un frère et une sœur qui naissent en même temps. Les enfants à naître sont génétiquement différents.

Les jumeaux vrais ou monozygotes, deux frères ou deux sœurs qui proviennent de la fécondation d'un ovocyte II par un seul spermatozoïde. La survenue des deux embryons intervient lors de la segmentation et de la migration. L'œuf se clive en deux embryons distincts, de même sexe et génétiquement identiques.

Rôles des gamètes dans le sexe de l'enfant

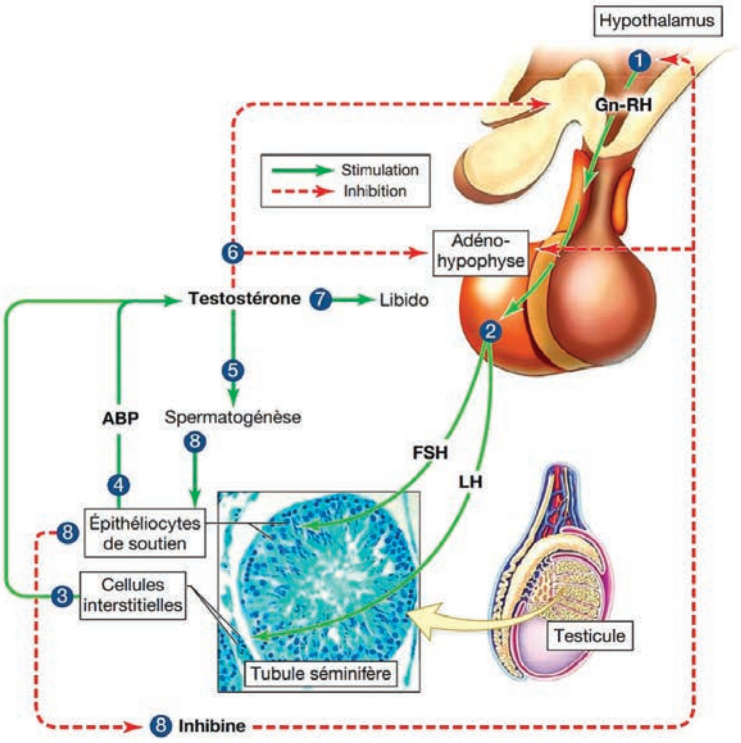
Le sexe de l'enfant est toujours déterminé par le chromosome sexuel porté par le spermatozoïde lors de la fécondation. Chez l'Humain, le spermatozoïde est porteur du chromosome X OU Y et l'ovocyte II porte uniquement le chromosome X.

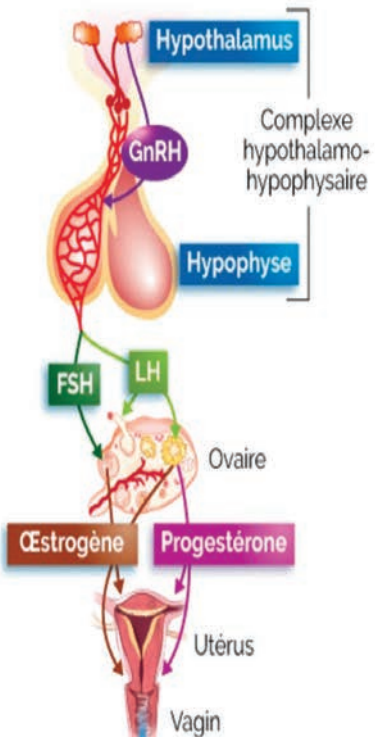
pampers.fr

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 188 27/02/2025 16:54

Leçon 2

Le fonctionnement des organes sexuels chez l'Homme





Situation d'apprentissage

Une élève de 16 ans en classe de Première D dans ton établissement, contracte une nouvelle grossesse. À ses camarades de quartier, en classe de terminale D qui lui reprochent cette situation, elle leur répond qu'elle ne sait pas éviter les grossesses. Pour comprendre son état de grossesse et l'aider à les éviter, ces élèves décident de décrire les cycles sexuels de la femme, d'expliquer le fonctionnement des organes sexuels, de dégager le mode d'action de la pilule contraceptive et l'impact de la contraception enfin, d'identifier les règles d'hygiène et de santé menstruelles.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 189 27/02/2025 16:54

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Décrire	les cycles sexuels de la femme.
Identifier	les règles d'hygiène et de santé menstruelles.
Expliquer	- la régulation des cycles sexuels chez la femme ; - la régulation des fonctions testiculaires chez l'homme.
Réaliser	- le schéma de régulation des cycles sexuels ; - le schéma de régulation des fonctions testiculaires.
Dégager	- le mode d'action de la pilule contraceptive ; - l'impact de la contraception sur la vie familiale.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1 Décrire les cycles sexuels de la femme

Les figures ci-dessous présentent les différents cycles sexuels de la femme.

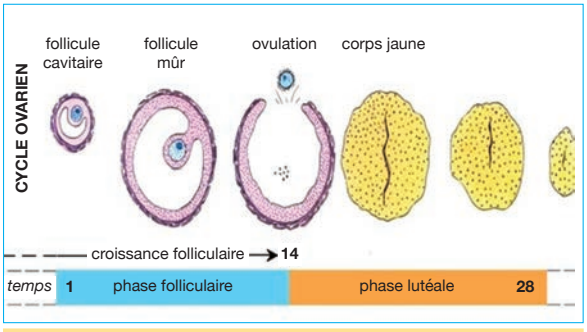


Figure 1 : Cycle ovarien

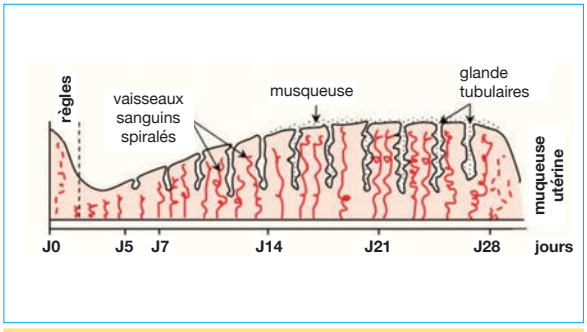


Figure 2 : Cycle utérin

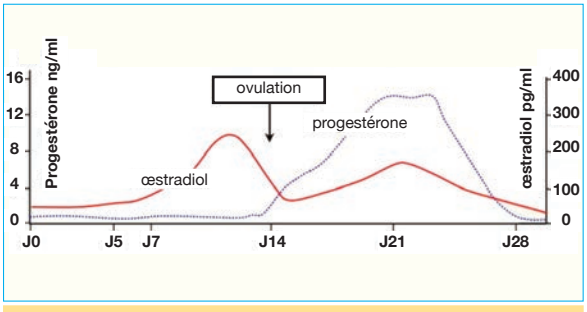


Figure 3 : Cycle des hormones ovariennes

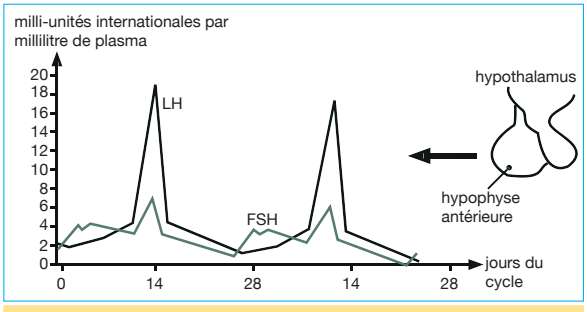


Figure 4 : Cycle des hormones hypophysaires

- Observe attentivement chaque cycle.
- Décris chacun de ces cycles de la femme.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 190 27/02/2025 16:54

Synthèse

Le cycle ovarien

Le cycle ovarien est subdivisé en trois phases.

- **La phase folliculaire** ou **pré-ovulatoire** : elle se caractérise par la croissance rapide de quelques follicules. Quelques follicules cavitaires dont l'évolution a commencé avant le début du cycle parviennent à maturité et deviennent des follicules mûrs ou follicule de DE GRAAF. Cette phase dure en moyenne 14 jours et s'achève par l'ovulation ou ponte ovulaire.
- **La phase ovulatoire** ou **ponte ovulaire** : elle se caractérise par la rupture de la paroi folliculaire et ovarienne et par l'expulsion de l'ovocyte II.
- **La phase post-ovulatoire** ou **phase lutéinique** : elle correspond au développement du corps jaune. Le follicule rompu se referme et grossit par prolifération des cellules. La thèque interne et les cellules de la granulosa qui se multiplient et se chargent d'un pigment appelé la lutéine forment le corps jaune. À la fin du cycle, le corps jaune régresse pour donner un corps blanc s'il n'y a pas de fécondation. Cette phase est constante de 14 jours.

Le cycle utérin

Le cycle utérin commence par les menstrues qui correspondent à la chute de la dentelle utérine accompagnée d'un écoulement sanguin. On observe, après les règles, un épaississement progressif de la muqueuse utérine ou endomètre. Cette phase se produit avant l'ovulation et constitue la phase post-menstruelle.

Après la ponte ovulaire, les glandes prolifèrent, se ramifient et portent une importante vascularisation. Vers le 21ème jour du cycle, pendant la phase prémenstruelle, les glandes atteignent leur développement maximal et la muqueuse prend l'aspect d'une dentelle appelée dentelle utérine.

En fin de cycle, il y a encore la desquamation de la muqueuse utérine (menstrues) qui marque le début d'un nouveau cycle.

Le cycle des hormones ovariennes

L'ovaire produit deux types d'hormones, les œstrogènes dont la principale hormone est l'œstradiol et la progestérone.

Cycle de l'œstradiol

Pendant la phase folliculaire, le taux de l'œstradiol augmente progressivement pour atteindre un maximum environ 48 heures avant l'ovulation. Ce taux chute après l'ovulation avant d'augmenter à nouveau et atteindre un maximum au milieu de la phase post-ovulatoire.

Cycle de la progestérone

Le taux de la progestérone qui est faible pendant la phase folliculaire, augmente après l'ovulation pour atteindre un maximum autour du 21ème jour du cycle. Il chute en fin de cycle.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 191 27/02/2025 16:54

Synthèse

Cycle des hormones hypophysaires

Cycle de la FSH

Le taux sanguin de la FSH (Hormone Folliculo-Stimulante) est faible au début du cycle. Il augmente rapidement et atteint un maximum au milieu de la phase folliculaire avant de baisser. Un nouveau maximum est atteint ensuite juste avant l'ovulation après laquelle le taux baisse jusqu'à la fin du cycle.

Cycle de la LH

La LH (Hormone Lutéinisante) a un taux faible au début du cycle. Ce taux augmente rapidement pour atteindre un maximum au 13ème jour du cycle de 28 jours. Il baisse ensuite pendant la phase lutéinique jusqu'à la fin du cycle.

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous se rapportent aux cycles sexuels de la femme.

1. Le cycle utérin est à l'origine des menstrues.
2. La phase pré-ovulatoire est toujours de la même durée.
3. La phase prémenstruelle du cycle utérin correspond à la phase post-ovulatoire du cycle ovarien.
4. Le développement des follicules commence dès le début du cycle ovarien.
5. La longueur du cycle ovarien varie selon les femmes.
6. Les cycles sexuels sont marqués chez la femme par les menstrues.
7. La phase post-ovulatoire du cycle de la femme à une durée constante.
8. L'écoulement sanguin pendant les menstrues est dû à une rupture de l'ovaire.
9. Deux règles consécutives appartiennent à un même cycle utérin.
10. Le follicule qui a expulsé l'ovocyte II devient le corps jaune.

Écris « Vrai » ou « Faux » pour chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 192 27/02/2025 16:54

Activité 2 Expliquer la régulation des cycles sexuels et des fonctions testiculaires

2-1 La régulation du cycle des hormones ovariennes et du cycle utérin

La figure ci-dessous présente la relation entre le cycle des hormones ovariennes et le cycle utérin

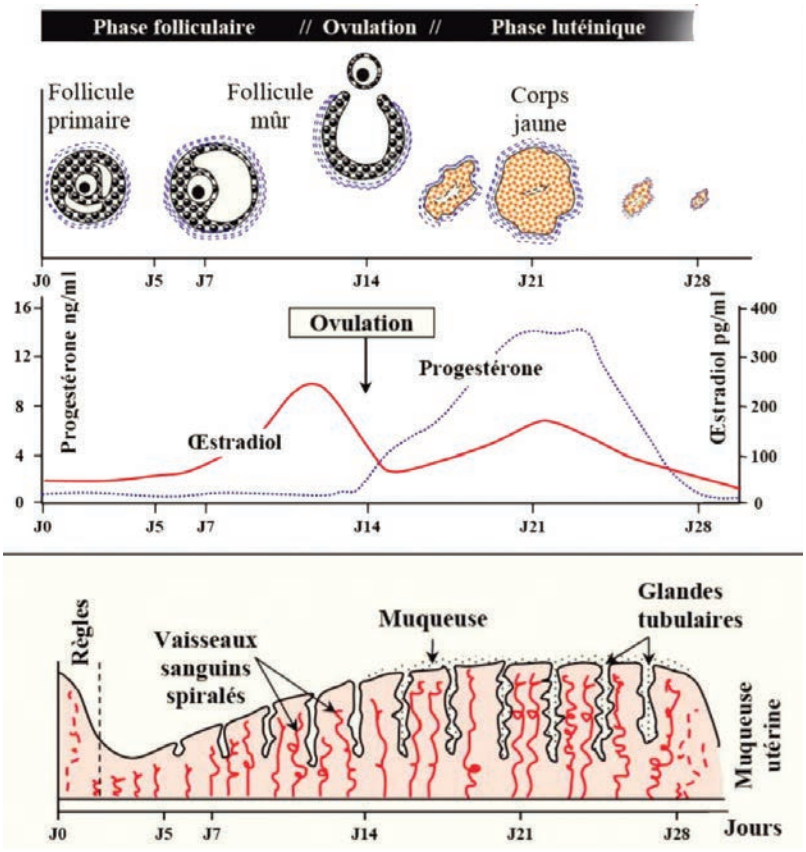


Figure 5 : Relation entre le cycle des hormones ovariennes et le cycle utérin

- Observe attentivement l'évolution des follicules, des hormones ovariennes et celle de l'utérus.
- Explique la régulation du cycle utérin.
- Tire une conclusion.

Synthèse

La variation des taux des hormones ovariennes est due à l'évolution des follicules ovariens. Pendant la phase folliculaire, la thèque interne et la granulosa du follicule en croissance produisent l'œstradiol dont le taux augmente progressivement dans le sang.
Après l'ovulation, le follicule rompu se referme et se transforme en corps jaune. Les cellules de la granulosa deviennent des cellules lutéales sécrétrices de la progestérone. Les cellules de la thèque interne continuent la sécrétion de l'œstradiol.
Les modifications de la muqueuse utérine pendant le cycle sont sous l'action des hormones ovariennes.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 193 27/02/2025 16:54

Synthèse

En début de cycle, la desquamation de l'endomètre est due aux faibles taux des hormones ovariennes dans le sang. Après les règles, le développement progressif de la muqueuse est lié à la reprise de la sécrétion de l'œstradiol par les follicules en croissance pendant la phase folliculaire.
Après l'ovulation, l'action de l'œstradiol est renforcée par celle de la progestérone. Ces deux hormones produites par le corps jaune agissent en synergie pour permettre la prolifération des glandes utérines et la formation de la dentelle utérine.
En l'absence de fécondation, le corps jaune devient un corps blanc qui ne peut produire les hormones ovariennes. Les taux des hormones chutent et il y a, à nouveau, la desquamation de l'endomètre et l'apparition de nouvelles règles. L'endomètre est sur le contrôle des hormones ovariennes.

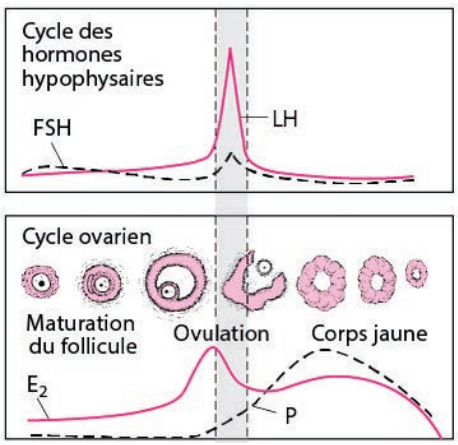
Exercice de fixation

Les étapes ci-dessous se rapportent à la relation qui lie les cycles ovarien, utérin et des hormones ovariennes :
I. desquamation de la muqueuse ; II. croissance des follicules ; III. formation de la dentelle utérine ; IV. formation de corps jaune ; V. chute du taux des hormones ovariennes ; VI. ponte ovulaire ; VII. nouvelles menstrues.

Range-les dans l'ordre du déroulement des évènements des cycles, en utilisant les chiffres.

2-2 La régulation du cycle ovarien

La figure ci-dessous présente le cycle des hormones hypophysaires et le cycle ovarien (cycle folliculaire).



LH : Hormone lutéinique
FSH : Hormone de stimulation folliculaire

E_2 : Œstrogènes
P : Progestérone

Figure 6 : Relation entre le cycle des hormones hypophysaires et le cycle ovarien (cycle folliculaire)

- Observe attentivement l'évolution du taux des hormones hypophysaires et celle des follicules.
- Explique la régulation du cycle ovarien par les hormones hypophysaires.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 194 27/02/2025 16:54

Synthèse

La FSH (l'hormone de stimulation folliculaire) est sécrétée pendant la phase folliculaire pour le développement et la maturation des follicules.

La LH (l'hormone lutéinisante) déclenche la ponte ovulaire et assure la transformation du follicule rompu en corps jaune.

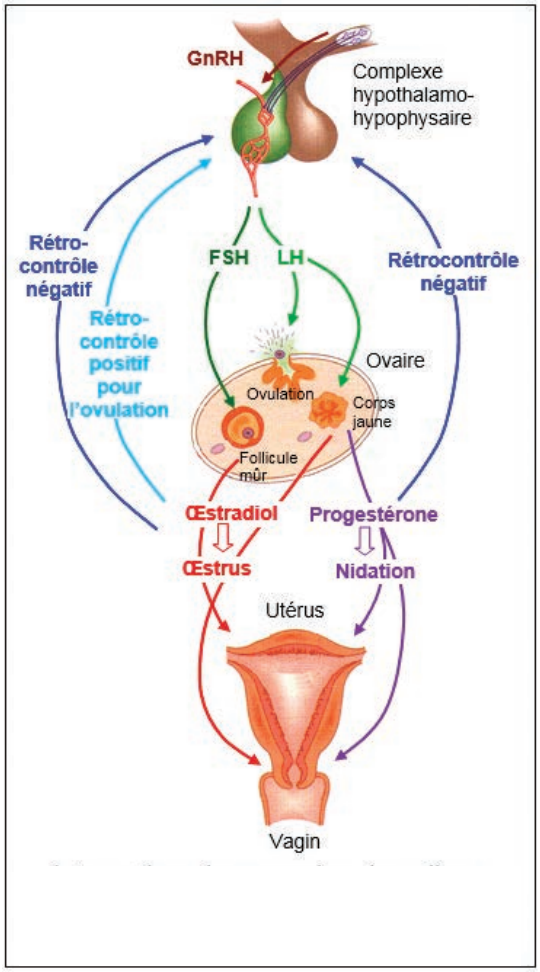
Elle a un pic 36 heures avant l'ovulation. Cette forte production est provoquée par le taux très élevé d'œstradiol. Il y a donc une action retour de l'hormone ovarienne sur l'activité hypophysaire. Cette action retour est le rétrocontrôle ou rétroaction ou feed-back.

Un feed-back est positif s'il stimule l'action de l'organe cible. Il est négatif si au contraire, il inhibe le fonctionnement de l'organe cible.

L'hypophyse est elle-même sous la dépendance de l'hypothalamus qui sécrète des neuro-hormones appelées GnRH (Gonadotrophine Releasing Hormone). La GnRH à sécrétion pulsatile déclenche la sécrétion de la LH et de la FSH par l'hypophyse.

L'hypothalamus est lui aussi sous l'influence des centres nerveux supérieurs et des hormones ovariennes.

La maturation des follicules, l'ovulation et la formation du corps jaune sont sous la dépendance de la FSH et de la LH produites par le lobe antérieur de l'hypophyse.



Régulation des cycles sexuels chez la femme

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 195 27/02/2025 16:54

Exercice de fixation

Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte à la régulation des cycles sexuels de la femme.
Le cycle de la femme qui déclenche les autres est le cycle ovarien.
Le développement des ...**1**... est à l'origine de la sécrétion des ...**2**... qui favorisent le développement de la ...**3**... utérine. La maturation progressive des follicules augmente la sécrétion de ...**4**... dont le pic déclenche la sécrétion de la ...**5**... par l'hypophyse. Celle-ci provoque ...**6**... et le follicule rompu se transforme en ...**7**... Une autre hormone hypophysaire, la ...**8**... assure le développement des follicules.
La sécrétion des ...**9**... est sous la régulation de la GnRH d'origine ...**10**... .
La sécrétion des hormones ovariennes est sous ...**11**... des hormones hypophysaires dont la sécrétion dépend de la ...**12**... . En retour leur taux agit par ...**13**... sur l'hypothalamus.
Complète le texte avec les mots et groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres :
rétroaction ; follicules ; GnRH ; corps jaune ; l'influence ; hormones ovariennes ; l'œstradiol ; LH ; l'ovulation ; FSH ; hypothalamique ; hormones hypophysaires ; muqueuse.

Activité 3 Expliquer la régulation des fonctions testiculaires

La figure ci-dessous présente le schéma de la régulation des fonctions testiculaires.

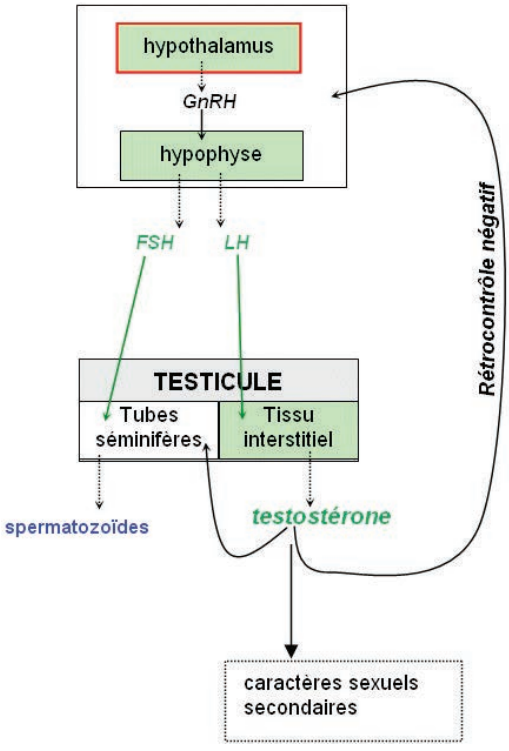


Figure 7 : Régulation des fonctions testiculaires

- Observe attentivement la relation entre l'hypothalamus, l'hypophyse et les testicules.
- Explique la régulation des fonctions testiculaires.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 196 27/02/2025 16:54

Synthèse

La LH (l'hormone de stimulation des cellules interstitielles) agit sur les cellules interstitielles et active la sécrétion de la testostérone qui est la principale hormone du mâle.
La FSH agit sur les cellules de Sertoli des tubes séminifères et active la spermatogenèse.
L'action de l'hypophyse sur les testicules est, elle-même sous la dépendance de la GnRH hypothalamique.
En retour, la testostérone exerce un rétrocontrôle négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.
Le fonctionnement des testicules est sous l'influence de deux hormones hypophysaires (LH et FSH).

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous se rapportent à la régulation des fonctions testiculaires.

A. La FSH active la sécrétion de la testostérone.
B. La LH agit sur les cellules de Sertoli dans les tubes séminifères.
C. Les testicules agissent par rétroaction négative sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.
D. L'action de la LH se fait à l'extérieur des tubes séminifères.
E. Les cellules de Sertoli agissent par feed-back positif sur l'hypothalamus.
F . La testostérone exerce un feed-back positif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire.

Relève les affirmations justes, en utilisant les lettres.

Activité 4 Dégager le mode d'action de la pilule contraceptive et l'impact de la contraception sur la vie familiale

La figure ci-dessous présente des pilules contraceptives.

Figure 8 : Différents types de pilules

- Observe attentivement les pilules présentées par la figure.
- Relève le mode de présentation des pilules.
- Indique la voie de prise des pilules contraceptives.
- Explique le mode d'action des pilules contraceptives.
- Déduis les avantages de la contraception sur la vie familiale.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 197 27/02/2025 16:54

Synthèse

Les pilules sont des composés contenant des substances de synthèse, le progestagène ou progestérone et les œstrogènes. Il y a des pilules combinées, constituées d'un mélange des deux hormones de synthèse et des pilules contenant une seule hormone de synthèse.
La prise régulière de pilule, par voie orale, augmente le taux sanguin des hormones ovariennes de synthèse (œstrogène et progestérone). Ce taux élevé agit par rétroaction négative sur le complexe hypothalamo-hypophysaire. Il y a une inhibition de la sécrétion des gonadostimulines (FSH et LH) par l'hypophyse antérieure. Les pics de FSH et de LH sont supprimés d'où l'absence d'ovulation chez la femme qui prend des pilules : on parle d'anovulation.
D'autres pilules agissent au niveau de l'utérus, sur la glaire cervicale pour la rendre imperméable aux spermatozoïdes ou en désynchronisant le développement de l'endomètre pour empêcher la nidation.
La contraception permet de contrôler la sexualité. Elle a donc un impact sur la vie de la femme et de la jeune fille. Elle permet :

- d'éviter les grossesses non désirées. Dans les couples, elle favorise le planning familial. Le couple planifie mieux les naissances et les besoins de la famille ;
- de préserver la santé de la mère en évitant les grossesses à risques, précoces, trop rapprochées ou tardives.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente, d'une part des pilules et une méthode de régulation des naissances et d'autre part, leurs effets.

Pilules/Méthode	Effets
X- Pilules anciennes Y- Pilules modernes Z- Planning familial	1. Désynchronisation du développement de l'endomètre 2. Préservation de la vie de la femme 3. Anovulation 4. Réduction des avortements 5. Réduction des grossesses à risques 6. Imperméabilité de la glaire cervicale 7. Absence de maturation des follicules

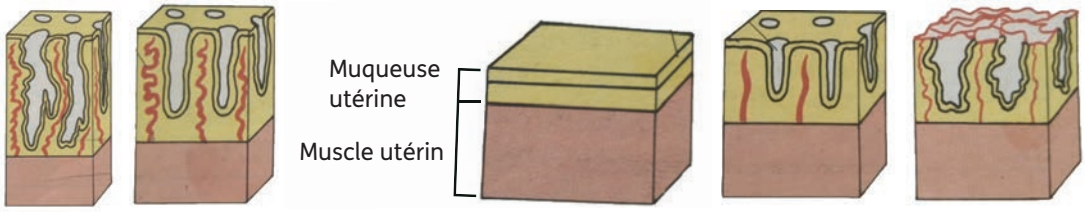
Relie chaque pilule ou méthode à son impact, en utilisant les lettres et les chiffres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 198 27/02/2025 16:54

APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

Un élève de ta classe se rend à la bibliothèque pour préparer le baccalauréat. Il découvre dans un manuel les images ci-dessous relatives à un cycle sexuel chez la femme. Il éprouve des difficultés à comprendre le phénomène présenté.



Il sollicite ton aide pour l'exploitation des images.

1. Identifie le cycle sexuel de la femme présenté par les images.
2. Range les images dans l'ordre chronologique du déroulement de ce cycle sexuel chez la femme.
3. Décris les modifications observées sur les images.
4. Explique les modifications observées sur les images.

Corrigé

1. Identification du cycle

Le cycle utérin.

2. Classification des images dans l'ordre chronologique : E ---C----D----B------A

3. Description des modifications

Au début du cycle, l'image E présente une muqueuse utérine en sang. L'image C montre une muqueuse utérine lisse et de faible épaisseur. Cette muqueuse s'épaissit dans l'image D et plus encore dans l'image B où des vaisseaux sanguins se développent. Sur l'image A, la muqueuse est très développée et les vaisseaux très ramifiés dans les glandes utérines qui forment la dentelle utérine.

4. Explication des modifications

L'image E correspond à la desquamation de la muqueuse, donc aux menstrues suite à la chute du taux des hormones ovariennes.

Méthode

- Observer
- Reconnaître le cycle dont il est question sur les images.

- Observer
- Identifier les images dans l'ordre du déroulement du cycle.

Relever les modifications observées sur les images.

Connaître les hormones et leurs impacts.

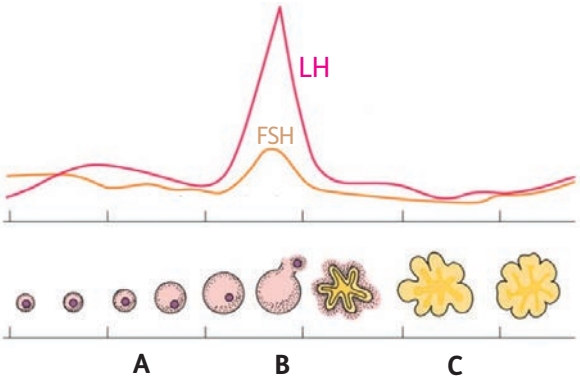
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 199 27/02/2025 16:54

Les menstrues détruisent les glandes utérines et l'épaisseur devient faible (image C). Les images D, B et A correspondent au développement progressif de l'endomètre avant (image D), pendant (image B) et après (image A) l'ovulation.
Avant l'ovulation, l'œstradiol assure le développement et après, il est assuré en synergie par l'œstradiol et la progestérone dont l'action combinée permet la formation de la dentelle utérine.

Exercice 2

Pour illustrer les explications du cours sur les cycles sexuels, le professeur vous a distribué le document ci-contre. Ton voisin de classe, absent ce jour, reçoit le document à son retour. Il sollicite ton aide pour exploiter ce document.

1. Précise l'origine de la FSH et de la LH.
2. Nomme les trois phases qui caractérisent le cycle ovarien, en utilisant les lettres.
3. Établis la relation entre la FSH, la LH et le cycle ovarien.



Corrigé

1. Précision sur l'origine des hormones.
La FSH et la LH sont produites par le lobe antérieur de l'hypophyse.

2. Les trois phases du cycle ovarien.
A = La phase pré-ovulatoire ou folliculaire.
B = L'ovulation.
C = La phase post-ovulatoire ou lutéale.

3. La relation entre la FSH, la LH et le cycle ovarien.
La FSH hypophysaire assure le développement des follicules ovariens pendant le cycle. Tandis que la LH hypophysaire déclenche l'ovulation, assure la formation et l'entretien du corps jaune au cours du cycle ovarien.

Méthode

Connaître l'organe qui produit la FSH et le LH.

Connaître les phases d'un cycle sexuel.

Traduire le lien entre les hormones hypophysaires (FSH et LH) et le cycle ovarien.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 200 27/02/2025 16:54

Résumé de cours

L'activité sexuelle des femelles de mammifères est marquée par différents cycles sexuels. Les cycles ovarien et utérin ainsi que les cycles des hormones ovariennes et hypophysaires.

Le cycle ovarien démarre à la puberté sous l'action des hormones hypophysaires, la LH et la FSH dont la sécrétion dépend de la RH ou GnRH d'origine hypothalamique. L'évolution des follicules lors du cycle ovarien permet la sécrétion des hormones ovariennes, œstradiol et progestérone qui agissent sur l'endomètre utérin.

Les fonctions testiculaires sont aussi sous le contrôle du complexe hypothalamo-hypophysaires.

En retour, l'ovaire et les testicules ont une rétroaction sur le complexe hypothalamo-hypophysaire grâce à leurs hormones.

L'existence de la rétroaction ou rétrocontrôle des hormones ovariennes sur le complexe hypothalamo-hypophysaire a permis la fabrication de la pilule contraceptive. Ainsi, les pilules perturbent les cycles en agissant sur le complexe hypothalamo-hypophysaire. L'action des pilules se fait au niveau des ovaires ou au niveau de l'utérus.

La contraception a un impact positif sur la vie de la femme, de la jeune fille et de l'enfant.

Les cycles sexuels chez la femme sont ponctués par les menstrues qui l'obligent à une hygiène vestimentaire et corporelle pendant cette période.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 201 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercices de renforcement

Exercice 1

Le texte lacunaire ci-dessous est relatif aux différents cycles sexuels.

Les évènements marquant chaque cycle sexuel se déroulent sur deux périodes essentielles. Avant et après ...1... les cycles des ...2... et de ...3... sont dépendants du développement des follicules et de l'évolution du follicule rompu. En effet, au début du cycle, la ...4... produit les... . 5.... dont la principale hormone est ...6... . On observe alors une ...7... progressive de leurs taux dans le sang. En seconde période, le ...8... sécrète l'œstradiol mais aussi la ...9... grâce aux...10... . L'action conjuguée de ces deux hormones permet la ...11...de l'endomètre utérin pour former la ...12...

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres :
dentelle utérine ; corps jaune ; prolifération ; augmentation ; l'œstradiol ; l'ovulation ; œstrogènes ; thèque interne ; hormones ovariennes ; l'utérus ; progestérone ; cellules lutéales.

Exercice 2

Le tableau ci-dessous présente différents cycles sexuels et leurs caractéristiques.

Cycles sexuels	Caractéristiques
A. Cycle des hormones ovariennes B. Cycle de l'utérus C. Cycle de l'ovaire D. Cycle des hormones hypophysaires	1. Pic de FSH 2. Pic de progestérone 3. Ovulation 4. Formation dentelle utérine 5. Formation corps jaune 6. Prolifération muqueuse 7. Écoulement sanguin 8. Maturation de follicules 9. Pic de l'œstradiol 10. Pic de LH 11. Desquamation de l'endomètre

Associe chaque cycle aux évènements qui le caractérisent, en utilisant les lettres et les chiffres.

Exercice 3

Les affirmations ci-dessous se rapportent à la régulation du cycle ovarien.

A. Le cycle ovarien est régulé par le cycle utérin.
B. L'hypophyse régule le cycle ovarien.
C. La LH hypophysaire intervient dans le cycle ovarien avant et après l'ovulation.
D. L'action de la FSH sur le cycle ovarien est prépondérante pendant la phase lutéale.
E. La LH déclenche l'ovulation.
F. L'ovaire agit par rétroaction positive et négative sur la production de la LH et de la FSH.
G. Les hormones ovariennes régulent le cycle ovarien.
H. L'action des hormones hypophysaires sur l'ovaire est sous l'influence de neurosécrétions hypothalamiques.

Écris « Vrai » ou « Faux » pour chaque affirmation, en utilisant les lettres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 202 27/02/2025 16:54

Exercice 4

Les étapes ci-dessous, placées dans le désordre, se rapportent au mécanisme de la régulation de la fonction testiculaire.

A = spermatogenèse et sécrétion de testostérone par les testicules ; **B** = production d'hormones hypothalamiques ; **C** = action sur les caractères sexuels secondaires et la fécondité ; **D** = action sur les cellules de Sertoli et les cellules interstitielles ; **E** = production hormones hypophysaires.

Range-les dans l'ordre du mécanisme de la régulation des fonctions testiculaires, en utilisant les lettres.

Exercice 5

Les affirmations ci-dessous se rapportent à la contraception.

1. La contraception préserve la vie de la femme et de la future maman.
2. Les grossesses à risque sont provoquées par la contraception.
3. La pilule contraceptive est prise pour le bon développement du fœtus.
4. La contraception aide à la planification des naissances.
5. La contraception aide à planifier les dépenses liées à la progéniture.
6. Les pilules contraceptives contiennent des hormones ovariennes de synthèse.

Relève les affirmations justes, en utilisant les chiffres.

Exercices d'approfondissement

Exercice 1

Pour préparer le baccalauréat blanc régional, tu effectues des recherches avec ton groupe de travail. Un membre du groupe découvre les expériences suivantes réalisées sur des mammifères, qu'il porte à la connaissance du groupe :

A. On détruit le lobe antérieur de l'hypophyse d'un mâle adulte de mammifère. On observe une atrophie des testicules et la régression des caractères sexuels.

B. Des mammifères adultes sont castrés. On note une augmentation du taux de gonadostimuline dans le sang.

La destruction préalable de l'hypothalamus empêche l'augmentation du taux de gonadostimuline dans le sang ».

Tu te portes volontaire pour conduire l'exploitation des résultats obtenus.

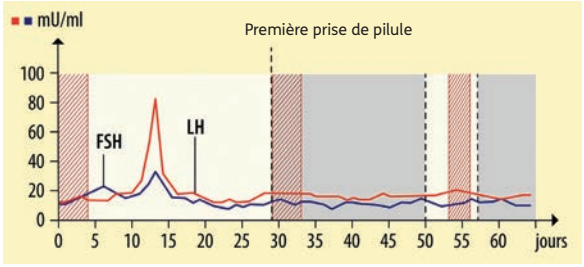
1. Relève le but des expériences.
2. Analyse les résultats.
3. Explique les résultats.
4. Déduis la relation entre les testicules et le complexe hypothalamo-hypophysaire.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 203 27/02/2025 16:54

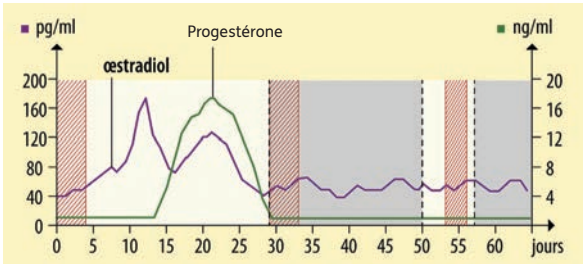
Exercices

Exercice 2

Pendant la révision générale de fin d'année, votre professeur vous propose les documents ci-dessous se rapportant aux cycles hormonaux chez une femme avant et après la prise de pilule contraceptive, pour être exploités en groupe.



Document 1



Document 2

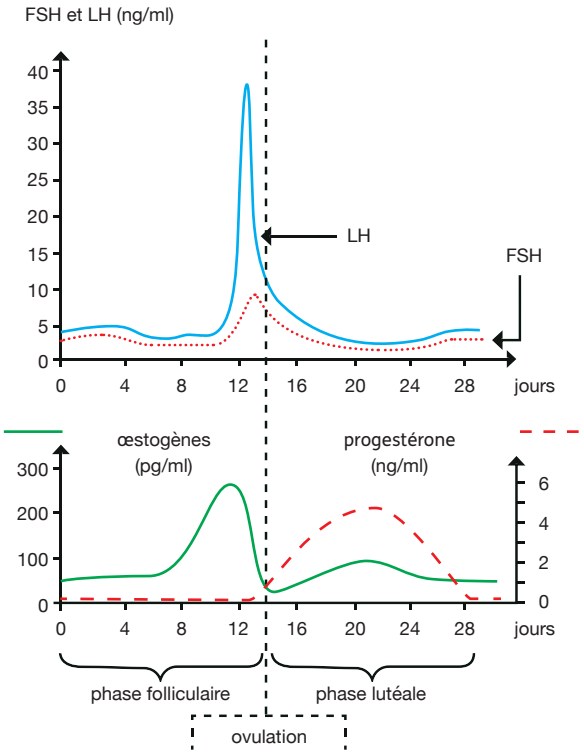
Lors de la séance de mise en commun de vos travaux, votre professeur te désigne pour présenter les résultats de ton groupe.

1. Identifie les cycles présentés par chaque document.
2. Décris l'évolution des hormones sur chaque document, avant et après la prise de pilule.
3. Explique les évolutions hormonales observées sur chaque document.
4. Déduis le mode d'action de la pilule utilisée par la femme.

Exercice 3

Ta voisine de quartier se rend à la bibliothèque de votre établissement pour faire des recherches afin d'approfondir ses connaissances sur la leçon relative à la régulation des cycles sexuels. Elle en revient avec le document ci-contre et demande ton aide pour son exploitation.

1. Identifie les deux cycles hormonaux du document.
2. Fais une analyse comparative de l'évolution des hormones des deux cycles.
3. Établis une relation entre les différents pics des hormones.



SVT Terminale Manuel 27022025.indd 204 27/02/2025 16:54

Approfondis tes connaissances

La ménopause

Les cycles sexuels de la femme s'arrêtent à la ménopause. À ce stade, le stock d'ovocytes est épuisé et l'absence d'évolution de follicules marque la fin des différents cycles.

La manifestation extérieure des cycles sexuels chez les mammifères

Chez les grands singes, certaines chauves-souris et quelques espèces comme la musaraigne-éléphant, les cycles se manifestent à l'extérieur par des écoulements sanguins comme chez la femme.
Chez les autres femelles de mammifères, les cycles sont marqués par des chaleurs ou œstrus.

Les méthodes contraceptives naturelles liées aux cycles sexuelles

La connaissance du cycle sexuel permet à la femme de pratiquer l'abstinence périodique qui est une méthode contraceptive naturelle. Elle s'appuie sur la méthode OGINO-KNAUSS qui consiste à une abstinence sur la période jugée féconde et sur la méthode de la température qui amène la femme à une prise régulière de sa température, à jeun et tôt le matin, pour déceler le jour de l'ovulation.

Les nouvelles méthodes d'assistance à la procréation

Aujourd'hui, la pilule contraceptive est complétée par de nouvelles techniques contraceptives. On utilise les injections, la stérilisation etc. ; mais aussi une technique plus sophistiquée qui utilise des microprocesseurs. Elle permet de commander à distance un dispositif implanté en sous-cutané, afin de libérer pendant plusieurs années une dose quotidienne d'hormone de synthèse.
D'autres dispositifs et des systèmes intra-utérins sont utilisés chez les femmes multipares pour éviter les grossesses trop rapprochées.

Hygiène menstruelle

Le fait marquant du fonctionnement cyclique chez la femme est l'écoulement sanguin ou règles ou menstrues. Lors de la période des menstrues, la femme doit appliquer certaines règles d'hygiène.
- Il faut faire **sa toilette intime** de façon simple et rigoureuse avec de l'eau et du savon doux, éviter de mettre les doigts dans le vagin, d'utiliser des poires, des antiseptiques / savon agressif, des parfums...
Il faut aussi utiliser des serviettes hygiéniques propres à changer régulièrement ; changer de temps en temps les tampons vaginaux avant qu'ils ne s'imprègnent de sang, changer régulièrement les morceaux de tissus, les laver proprement et les sécher au soleil...
- **Hygiène vestimentaire :** Changer quotidiennement les slips ; utiliser des slips en coton ou à fond de coton et pas trop serrés, éviter de porter les sous-vêtements mouillés.
- **Hygiène corporelle :** Prendre régulièrement un bain, en faisant particulièrement attention aux aisselles, aux mains, aux dents et aux parties intimes.

sciencedirect.com

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 205 27/02/2025 16:54

Leçon 3

La reproduction chez les spermaphytes

Situation d'apprentissage

Dans le cadre des activités coopératives, les élèves de la Terminale D de ton établissement, sèment des graines de gombo. Ces graines donnent des plantes qui fleurissent. Les étamines de chaque fleur produisent du pollen et quelque temps plus tard, des fruits apparaissent à la place des fleurs. Au moment de la récolte, ces élèves découvrent que les fruits mûrs et secs sont ouverts et laissent apparaître des graines. Pour comprendre ces transformations, ils décident alors d'expliquer la formation du grain de pollen, de la graine et du fruit.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 206 27/02/2025 16:54

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Expliquer	- la formation du grain de pollen ; - la formation du sac embryonnaire ; - la formation de la graine et du fruit.
Schématiser	les étapes de la formation du grain de pollen et du sac embryonnaire.
Annoter	le schéma de : - la coupe transversale de l'anthère ; - l'ovule ; - la coupe transversale de l'ovaire ; - la double fécondation.
Déduire	les notions de : albumen, œuf accessoire, œuf principal.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1 Expliquer la formation du grain de pollen

Les figures (1, 2, 3 et 4) ci-dessous présentent respectivement les organes dans lesquels les grains de pollen se forment et le mécanisme de leur formation.

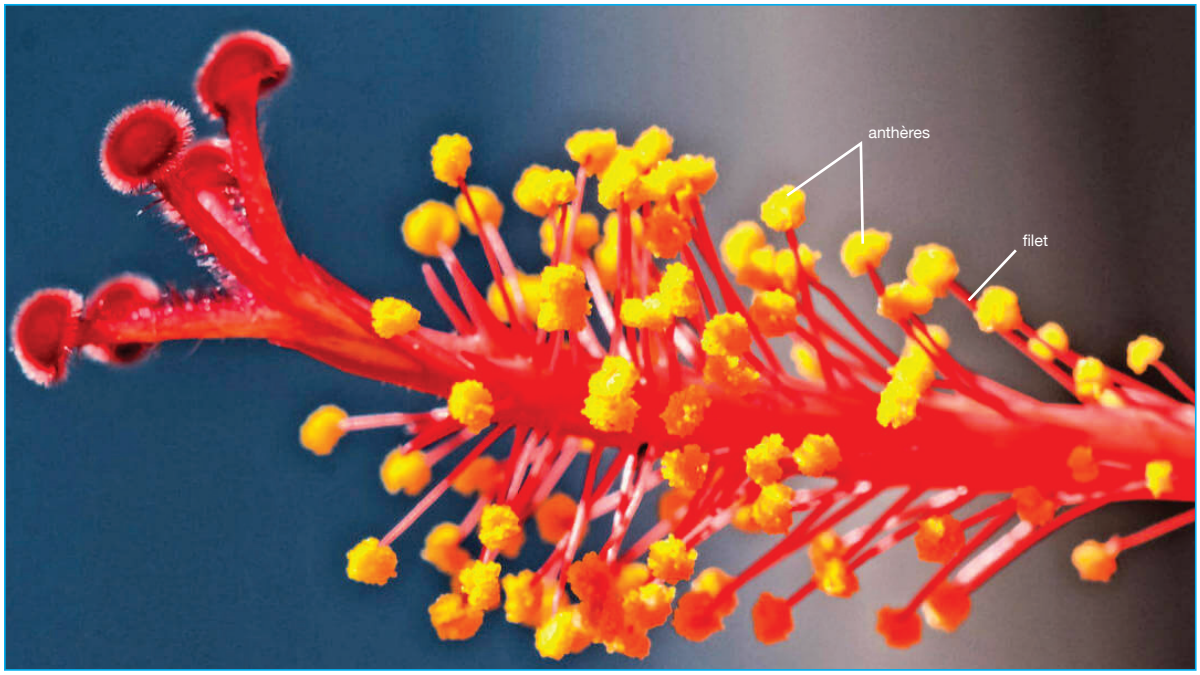


Figure 1 : Étamines d'hibiscus : filet portant une anthère

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 207 27/02/2025 16:54

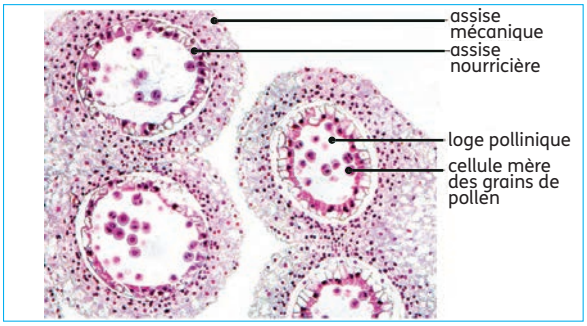


Figure 2 : Jeune anthère

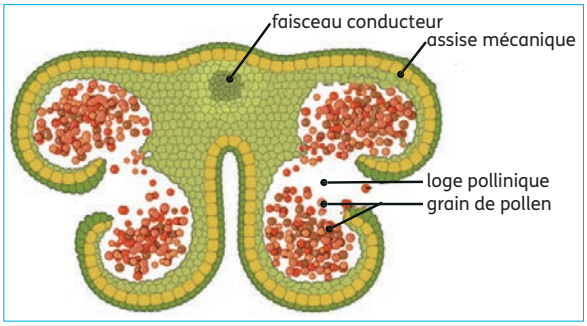


Figure 3 : Anthère mature déhiscente

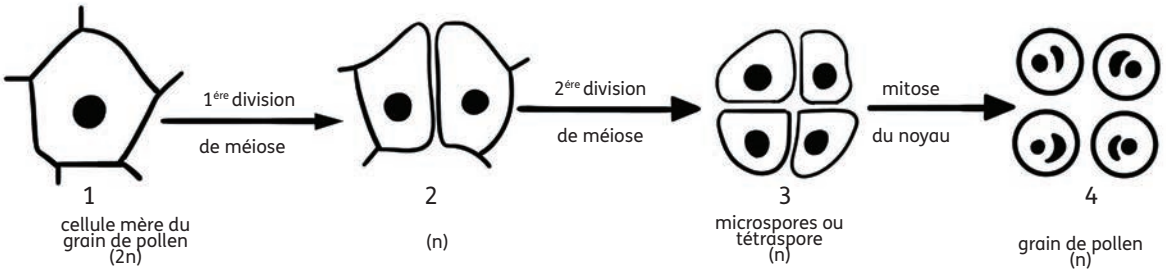


Figure 4 : Schéma des étapes de la formation des grains de pollen

- Observe attentivement chacune des figures.
- Identifie le lieu de formation des grains de pollen.
- Explique la formation des grains de pollen.

Synthèse

L'étamine est l'organe reproducteur mâle chez les plantes à fleurs. Elle comporte un filet surmonté par une anthère.

L'anthère jeune contient plusieurs assises de cellules entourant les cellules mères des grains de pollen. Quand l'anthère mûrit, les cellules mères se transforment en grains de pollen. Les cellules mères des grains de pollen sont diploïdes (2n chromosomes). Elles subissent une méiose (une division réductionnelle et une division équationnelle) et donnent quatre microspores haploïdes (n chromosomes). Ces microspores sont regroupées et entourées par la paroi de la cellule mère : elles forment des tétrades (4 microspores). Chaque microspore élabore une paroi externe, l'exine et une paroi interne, l'intine et devient le grain de pollen. Le noyau se divise pour donner la cellule reproductrice et la cellule végétative (la cellule reproductrice sera par la suite incluse dans la cellule végétative). Après ouverture de l'assise mécanique le long des fentes de déhiscence, il y a libération des grains de pollen.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 208 27/02/2025 16:54

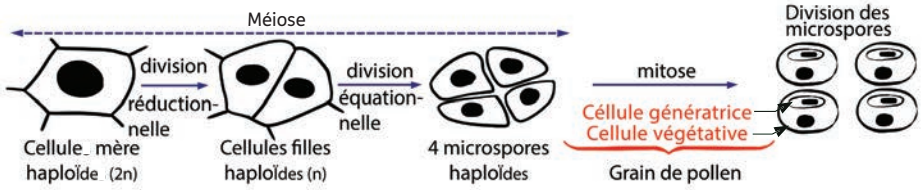


Schéma d'un grain de pollen

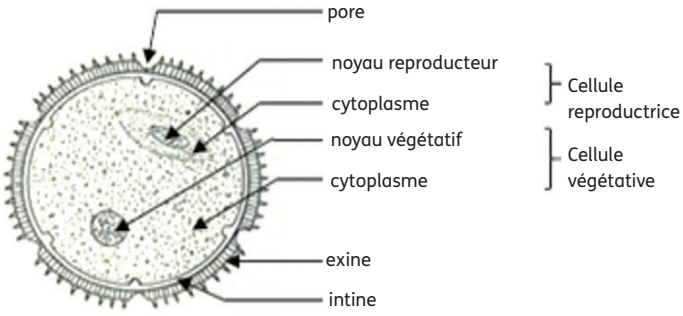


Schéma d'un grain de pollen

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la formation du grain de pollen

1. La cellule mère du grain de pollen se trouve dans l'anthère jeune.
2. Les cellules de l'assise mécanique se transforment en grain de pollen.
3. Les cellules de l'assise nourricière se transforment en grain de pollen.
4. La cellule mère du grain de pollen est haploïde.
5. Les tétraspores se transforment en grain de pollen.

Écris « Vrai » ou « Faux » pour chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

Activité 2 Expliquer la formation du sac embryonnaire

Les figures ci-dessous présentent respectivement les organes dans lesquels le sac embryonnaire se forme et le mécanisme de sa formation.

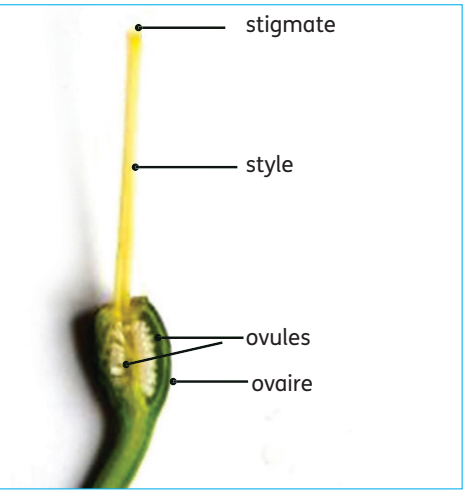


Figure 5 : Organisation du pistil

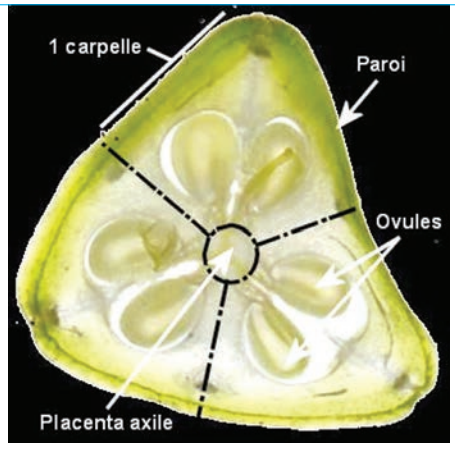


Figure 6 : Coupe transversale dans un ovaire

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 209 27/02/2025 16:54

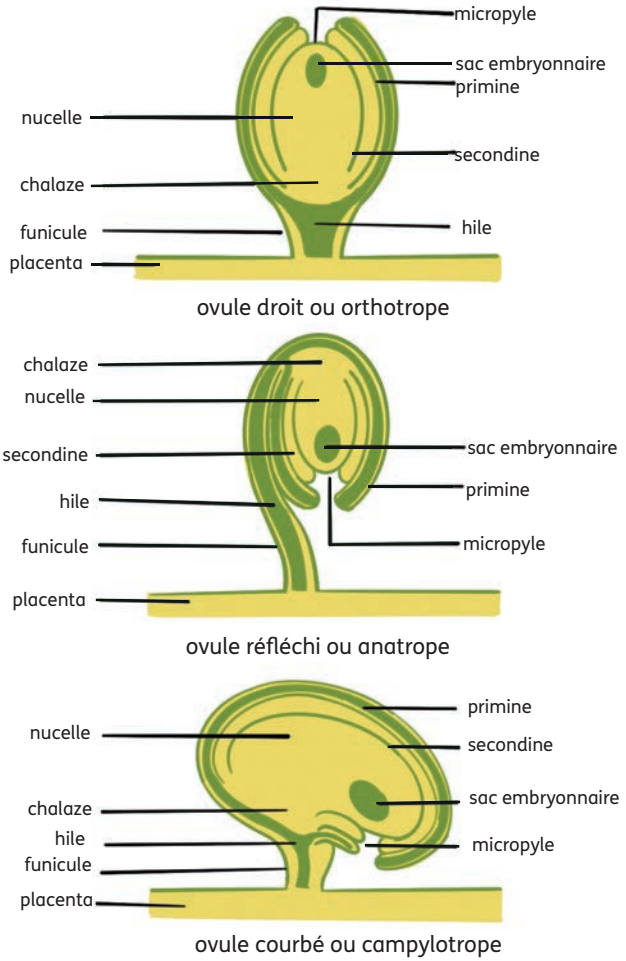


Figure 7 : Schéma de la coupe longitudinale de différents types d'ovule

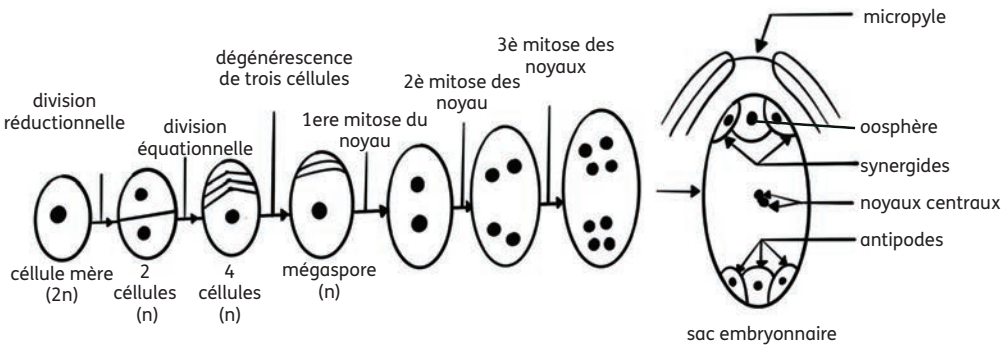


Figure 8 : Schéma des étapes de la formation du sac embryonnaire

- Observe attentivement chacune des figures.
- Identifie le lieu de formation du sac embryonnaire.
- Explique la formation du sac embryonnaire.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 210 27/02/2025 16:54

Synthèse

Le pistil est l'organe reproducteur femelle chez les plantes à fleurs. Il comporte un ovaire surmonté par un style terminé par un stigmate.

Dans le nucelle d'un jeune ovule, se trouve la cellule mère du sac embryonnaire (2n). Celle-ci subit une division de méiose (une division réductionnelle et une division équationnelle) et donne quatre cellules haploïdes. Les trois cellules les plus superficielles (côté micropylaire) dégénèrent. La cellule plus interne grossit et devient une mégaspore. Elle subit trois mitoses incomplètes successives pour donner huit noyaux fils repartis en sept cellules après le cloisonnement. L'ensemble de ces cellules constitue le sac embryonnaire organisé comme suit : au pôle micropylaire, trois cellules possédant chacune un noyau haploïde (n), la plus grosse au centre est l'oosphère et les deux plus petites sont les synergides. Au pôle chalazien, trois cellules haploïdes (n) de même taille sont les antipodes. Au centre, la cellule principale avec deux noyaux haploïdes appelés noyaux centraux.

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la formation du sac embryonnaire des spermaphytes.

1. Le sac embryonnaire provient de la cellule mère de l'ovule.
2. Le sac embryonnaire se forme après une méiose et trois mitoses de la cellule mère.
3. Le sac embryonnaire est un organe formé de six cellules diploïdes.
4. Le sac embryonnaire germe pour donner un tube.
5. Le sac embryonnaire est un organe formé de sept cellules.

Relève les affirmations exactes, en utilisant les chiffres.

Activité 3 Expliquer la formation de la graine et du fruit

Les figures ci-dessous présentent les phénomènes menant à la fécondation chez les plantes à fleurs.

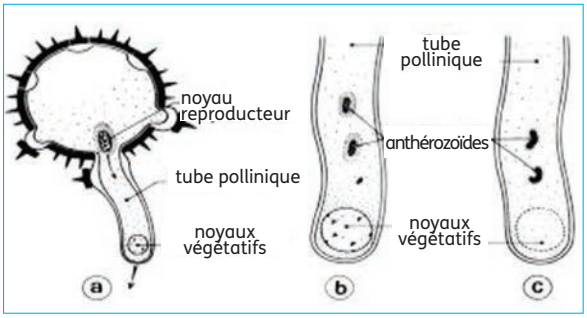


Figure 9 : Germination du grain de pollen

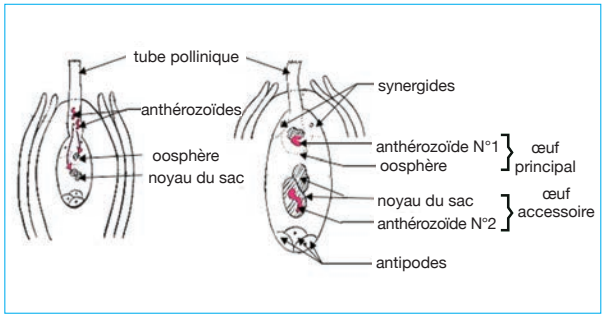


Figure 10 : Double fécondation chez les plantes à fleurs

- Observe attentivement les phénomènes présentés par les figures 9 et 10.
- Décris ces phénomènes.
- Déduis le devenir de l'ovule et de l'ovaire après ces phénomènes.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 211 27/02/2025 16:54

Synthèse

La pollinisation est le transport et le dépôt du grain de pollen sur le stigmate. Le grain de pollen tombé sur le stigmate germe en émettant un tube pollinique dans lequel s'engage le **noyau végétatif** suivit du noyau reproducteur. Le noyau végétatif dégénère tandis que le noyau reproducteur se divise pour donner deux anthérozoïdes. Le tube pollinique contenant les anthérozoïdes pénètre dans l'ovule du côté du micropyle puis il atteint **le sac embryonnaire et y déverse les deux anthérozoïdes**. L'un des anthérozoïdes s'unit avec l'oosphère pour donner une **cellule diploïde appelée œuf principal** qui est à l'origine de l'embryon. L'autre anthérozoïde fusionne avec les deux noyaux centraux pour donner une cellule triploïde appelée **œuf accessoire ou œuf secondaire** à l'origine de l'albumen. C'est **la double fécondation**.

L'œuf accessoire est un zygote triploïde issu de la fusion entre un anthérozoïde et les deux noyaux centraux. Il se développe pour donner l'albumen ou la chair de la graine.

L'œuf principal ou œuf vrai est un zygote diploïde issu de la fusion entre un anthérozoïde et l'oosphère. Son développement permet d'obtenir l'embryon ou germe ou plantule. L'ovaire devient dans ce cas le fruit.

Exercice de fixation

Le texte ci-dessous est relatif à la double fécondation chez les spermaphytes.

Le grain de pollen tombé sur le stigmate germe. Il émet un ..... dans lequel s'engage le noyau végétatif suivi du noyau reproducteur. Le noyau reproducteur dégénère tandis que le noyau reproducteur se divise pour donner deux ..... . Le tube pollinique contenant les anthérozoïdes pénètre dans l'ovule du côté du ..... puis atteint le sac embryonnaire et y déverse les deux anthérozoïdes. L'un des anthérozoïdes s'unit avec ..... pour donner une cellule diploïde appelée œuf principal qui est à l'origine de ..... l'autre anthérozoïde fusionne avec les deux noyaux centraux pour donner une cellule triploïde appelée œuf accessoire ou œuf secondaire à l'origine de ..... . C'est la double fécondation.

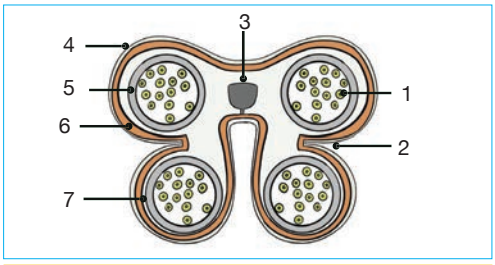
Remplace les chiffres par des mots qui conviennent, afin de donner un sens au texte.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 212 27/02/2025 16:54

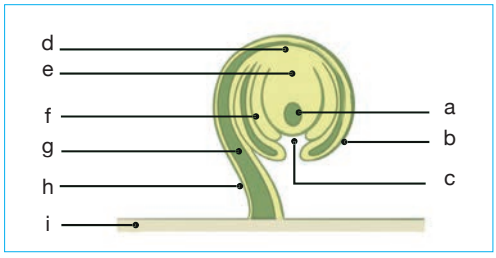
APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

Des élèves de la Terminale D veulent approfondir leurs connaissances sur la reproduction des spermaphytes. Ils font des recherches à la bibliothèque et découvrent dans un manuel des schémas d'organe mâle (document 1) et femelle (document 2) d'une fleur.



Document 1



Document 2

Ces élèves éprouvent des difficultés à identifier les organes représentés et te sollicitent.

1. Nomme les organes représentés par les documents 1 et 2.
2. Annote les documents 1 et 2, en utilisant les chiffres et les lettres.
3. Explique la formation de l'organe sexuel femelle des spermaphytes (a).

Corrigé

1. Document 1 : coupe transversale d'une anthère.
document 2 : coupe longitudinale d'un ovule

2. Annotation des documents :

Document 1 : 1- Cellules mères ; 2- fente de déhiscence, 3- faisceau conducteur ; 4- épiderme, 5- assise nourricière ; 6- assise mécanique ; 7- sac pollinique.

Document 2 : a- sac embryonnaire ; b- primine ; c- micropyle ; d- chalaze ; e- nucelle ; f- secondine ; g- hile ; h- funicule ; i- placenta.

3. La cellule mère à l'intérieur de l'ovule subit une division de méiose et donne quatre cellules haploïdes. Les trois cellules les plus superficielles (côté micropylaire) dégénèrent. La cellule la plus interne (devenue mégaspore) subit trois mitoses successives pour donner huit noyaux fils repartis en sept cellules dont l'ensemble constitue le sac embryonnaire.

Méthode

- Observer.
- Identifier les organes.

- Observer.
- Nommer chaque partie de la structure.

Décrire les étapes de la formation du sac embryonnaire en insistant sur les deux types de division.

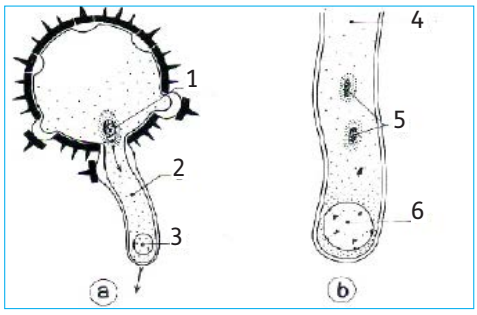
Exercice 2

Un groupe d'élèves prépare un devoir de niveau sur la reproduction chez les spermaphytes et découvre lors des recherches à la bibliothèque un document montrant un phénomène important dans la reproduction des spermaphytes représenté par les figures a et b ci-après.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 213 27/02/2025 16:54

Ce groupe te sollicite pour l'aider à exploiter ces figures.

1. Annote les figures a et b.
2. Nomme le phénomène présenté par les figures a et b.
3. Explique le phénomène.
4. Dégage l'importance du phénomène présenté par les figures a et b dans la reproduction des spermaphytes.



Corrigé

1. Annotation :
Figure a : 1- noyau reproducteur ; 2- tube pollinique ; 3- noyau végétatif ; 5- anthérozoïdes ; 6- noyau végétatif en dégénérescence.

2. Le phénomène est la germination du grain de pollen après la pollinisation.

3. Le grain de pollen tombé sur le stigmate germe en émettant un tube pollinique dans lequel s'engage le noyau végétatif suivit du noyau reproducteur. Le noyau végétatif dégénère tandis que le noyau reproducteur se divise pour donner deux anthérozoïdes. Le tube pollinique contenant les anthérozoïdes pénètre dans l'ovule du côté du micropyle puis atteint le sac embryonnaire et y déverse les deux anthérozoïdes.

4. La germination du grain de pollen permet d'aboutir à la double fécondation chez les spermaphytes : point de départ de la formation de la graine à l'origine d'une nouvelle plante.

Méthode

- Observer.
- Identifier les différentes parties.

Identifier précisément le phénomène présenté par les images.

S'appuyer sur les connaissances.
Décrire les étapes présentées par les images.

Indiquer la finalité de ce phénomène dans le processus de la reproduction chez les spermaphytes.

Résumé de cours

La reproduction chez les spermaphytes est sexuée car elle nécessite la production de cellules sexuelles ou gamètes par des organes spécialisés ou organes reproducteurs. L'anthère produit les cellules sexuelles mâles que sont les grains de pollen, et l'ovaire contient le sac embryonnaire contenant la cellule sexuelle femelle (l'oosphère). Chez les spermaphytes, il se produit la double fécondation, permettant d'obtenir deux zygotes : un zygote diploïde, l'œuf principal issu de l'union entre un anthérozoïde et une oosphère et un zygote triploïde, l'œuf albumen issu de l'union entre un anthérozoïde et les deux noyaux du sac embryonnaire. Le développement de l'œuf principal donne l'embryon ou plantule et le développement de l'œuf accessoire donne l'albumen. Après la fécondation l'ovule devient la graine et l'ovaire grossit pour donner le fruit.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 214 27/02/2025 16:54

Exercices de renforcement

Exercice 1

Les étapes ci-dessous données dans le désordre, se rapportent à la fécondation chez les spermaphytes.

A. Division du noyau reproducteur.
B. Formation du tube pollinique de pollen.
C. Dépôt du grain de pollen sur le stigmate.
D. Dégénérescence du noyau végétatif.
E. Fusion d'un anthérozoïde avec l'oosphère.
F. Fusion d'un anthérozoïde avec les deux noyaux centraux.

Range ces étapes dans l'ordre du déroulement de la fécondation, en utilisant les lettres.

Exercice 2

Les affirmations ci-dessous concernent la reproduction chez les spermaphytes.

1. La double fécondation est une caractéristique des spermaphytes.
2. Le grain de pollen se forme à l'intérieur de l'anthère.
3. La pollinisation est le dépôt du grain de pollen sur le stigmate.
4. Le sac embryonnaire est constitué de six noyaux.
5. L'œuf principal est le résultat de la fécondation entre un anthérozoïde et les noyaux centraux.

Relève les affirmations justes, en utilisant les chiffres.

Exercice 3

Le texte ci-dessous est relatif à la formation du sac embryonnaire des spermaphytes

Dans le nucelle de l'ovule, se trouve la cellule mère du sac (2n). Celle-ci subit une ....1... pour donner quatre cellules haploïdes. Les trois cellules les plus superficielles (côté micropylaire) dégénèrent. La cellule la plus interne (devenue mégaspore) subit trois ....2... successives pour donner huit noyaux fils repartis en sept cellules dont l'ensemble constitue le sac embryonnaire : au pôle micropylaire, trois cellules possédant chacune un ...3.... haploïde (n), la plus grosse au centre est ..4... et les deux plus petites, les synergides ; au pôle chalazien, trois cellules haploïdes (n) de même taille, les ..5... et au centre, la cellule principale avec deux noyaux haploïdes appelés ...6.... .

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots qui conviennent, en utilisant les chiffres.

Exercice 4

Les mots et groupes de mots suivants désignent les cellules intervenant dans la formation des grains de pollen et du sac embryonnaire : microspores ; cellule mère du sac embryonnaire ; grain de pollen ; mégaspore ; cellule mère du grain de pollen.

Range-les dans le tableau ci-dessous, après l'avoir reproduit.

	Formation des grains de pollen	Formation du sac embryonnaire
Cellules initiales		
Résultat de la mecose		
Résultats des divisions mitotiques		

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 215 27/02/2025 16:54

Exercices

Exercice 5

Le tableau ci-dessous présente des cellules et des organes des spermaphytes et leur caryotype.

Cellules et organes	Caryotypes
1. Grain de pollen 2. Cellule mère du grain de pollen 3. Cellule mère du sac embryonnaire 4. Mégaspore 5. Macrospore	a. Haploïde b. Diploïde

Associe chaque cellule ou organe à son caryotype, en utilisant les chiffres et les lettres.

Exercices d'approfondissement

Exercice 1

Dans le cadre d'une séance de régulation de la leçon sur la reproduction chez les spermaphytes, le professeur de SVT répartit la classe en plusieurs groupes de travail et met à leur disposition les figures 1 et 2 ci-dessous décrivant des phénomènes indispensables à la fécondation chez les spermaphytes. Il demande à chaque groupe d'exploiter correctement ces figures.

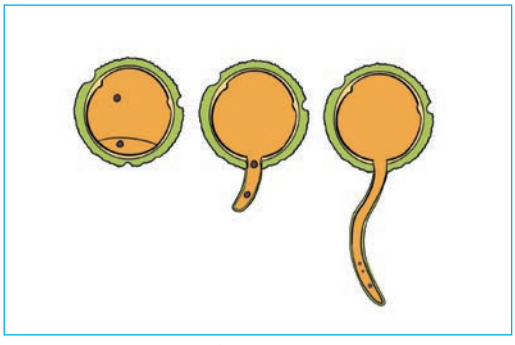


Figure 1

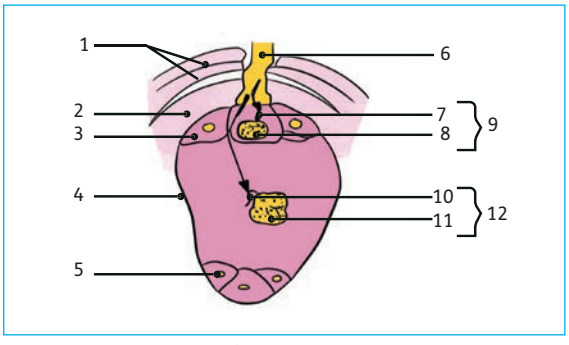


Figure 2

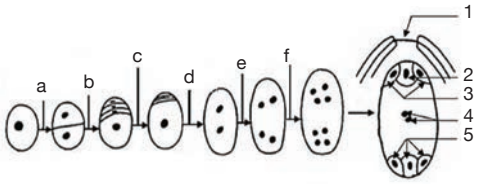
Tu es choisi(e) par les membres de ton groupe pour présenter les résultats de vos travaux.

1. Nomme le phénomène présenté par chaque figure.
2. Annote la figure 2, en utilisant les chiffres.
3. Explique les processus concourant à la fécondation chez les spermaphytes.

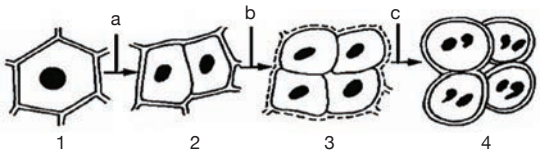
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 216 27/02/2025 16:54

Exercice 2

En vue d'approfondir leurs connaissances sur la reproduction des spermaphytes, un groupe d'élèves découvre à la bibliothèque, les documents suivants représentant deux phénomènes importants, permettant la formation des organes mâle et femelle chez les spermaphytes.



Document 1



Document 2

Ces élèves éprouvent des difficultés à exploiter ces documents et te sollicitent.

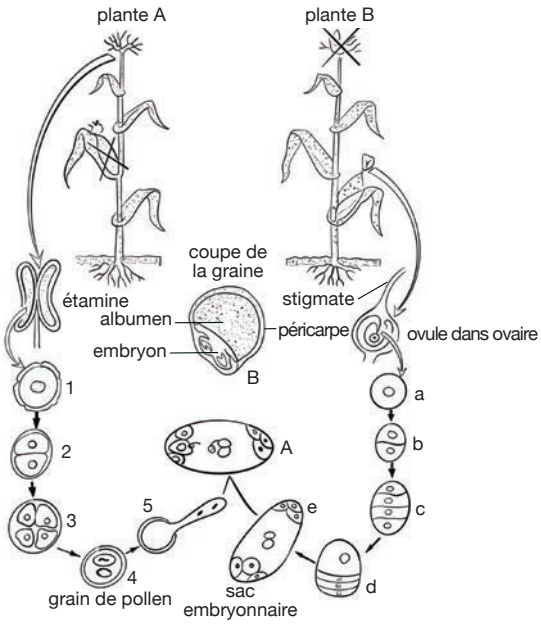
1. Nomme le phénomène représenté par chaque document.
2. Annote chaque document en utilisant les chiffres et les lettres.
3. Explique la formation des organes mâle et femelle chez les spermaphytes.

Exercice 3

Votre professeur de SVT demande à ton groupe de travail de préparer et présenter un exposé sur la reproduction des spermaphytes. Lors de vos recherches, vous découvrez le document ci-contre que vous jugez utile pour vous aider à préparer cet exposé.

Tu te portes volontaire pour aider le groupe à tirer toutes les informations véhiculées par ce document sur la reproduction des spermaphytes.

1. Nomme chaque phénomène représenté d'une part par les chiffres 1 ; 2 ; 3 ; 4 et d'autre part par les lettres a ; b ; c ; d ; e.
2. Explique chaque phénomène.
3. Dégage, à partir du phénomène (A), la formation de la graine (B).



SVT Terminale Manuel 27022025.indd 217 27/02/2025 16:54

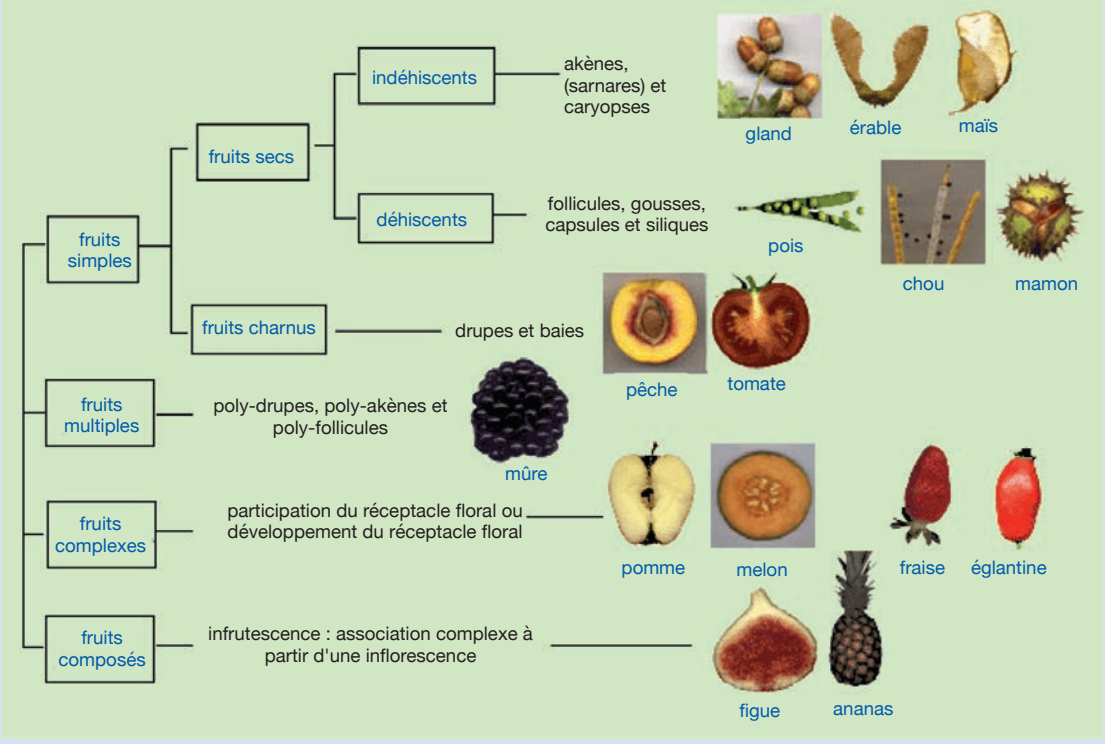
Approfondis tes connaissances

La double fécondation permet d'obtenir deux zygotes, l'un, diploïde à l'origine d'une nouvelle plante (œuf embryon) et l'autre, triploïde (œuf albumen). Les deux zygotes évoluent différemment.

L'œuf embryon se divise et donne le germe ou plantule au niveau duquel on distingue les différentes parties : la radicule, la gemmule, les cotylédons et la tigelle. L'œuf albumen se divise et donne un tissu qui enveloppe l'embryon.

L'albumen et l'embryon qui forment la graine ne se développent pas au même rythme. Dans la graine albuminée, l'albumen se développe plus rapidement de sorte qu'à maturité l'albumen devient volumineux et l'embryon reste petit. Dans une graine sans albumen (exalbuminée), l'embryon se développe beaucoup plus vite et donne de gros cotylédons. Quand la graine est mature, son développement s'arrête. L'embryon se déshydrate et passe à l'état de vie ralentie.

Différents types de fruits



santeetnutrition.com

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 218 27/02/2025 16:54

Thème 5

LA TRANSMISSION DES CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES

Leçon 1

La transmission d'un caractère héréditaire chez l'Homme

Situation d'apprentissage

Dans le cadre de la remise des prix d'excellences aux meilleurs élèves de ton établissement, un élève de ta classe, bénéficiaire de ce prix, invite les membres de sa famille à prendre part à cette cérémonie. À la grande surprise des élèves, l'un des membres de la famille du récipiendaire est rouquin. Les élèves de ta classe veulent comprendre l'apparition de ce phénotype au sein de la famille de votre camarade. Ils décident alors d'expliquer la transmission d'un caractère héréditaire chez l'Homme.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 220 27/02/2025 16:55

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Identifier	quelques caractères héréditaires chez l'Homme.
Expliquer	la transmission d'un caractère héréditaire chez l'Homme à partir d'un pedigree.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1 Identifier quelques caractères héréditaires chez l'Homme

Les figures ci-dessous présentent quelques caractères héréditaires chez l'Homme.

Figure 1 : Albinos dans une famille

Figure 2 : Polydactylie chez l'Homme

- Observe attentivement les figures.
- Relève les caractères héréditaires présentés par ces figures.
- Décris-les.

Synthèse

La figure 1 présente l'**albinisme** qui est une affection héréditaire dont le sujet atteint ne peut synthétiser la mélanine, pigment brun de la peau et des poils. Ce sujet présente une peau totalement dépigmentée et des cheveux blancs.
La figure 2 présente un individu possédant six doigts aux mains (**polydactylie**).
La couleur de la peau et des cheveux ainsi que le nombre de doigts aux mains et aux orteils sont des caractères héréditaires.
Chez l'Homme, il existe plusieurs autres caractères qui se transmettent de génération en génération : ce sont des caractères héréditaires. Il s'agit entre autres de **la drépanocytose** qui est une affection héréditaire grave due à la synthèse d'une hémoglobine anormale. C'est d'une hémoglobinopathie qui a une origine génétique. Les sujets atteints possèdent

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 221 27/02/2025 16:55

Synthèse

des hématies ayant la forme de faucille, incapables de jouer leur rôle de transporteur d'oxygène au cours de la respiration. Le **daltonisme** est également une anomalie héréditaire de la vision des couleurs. Le sujet atteint ne distingue pas les couleurs, principalement le rouge et le vert. **L'hémophilie** est une affection caractérisée par la coagulation très lente du sang. Cette maladie est due à la déficience d'une protéine qui joue un rôle indispensable dans les réactions entraînant la coagulation du sang. **Le groupe sanguin** est également un caractère héréditaire. Les groupes sanguins existent chez tous les êtres vivants. Deux types d'antigènes (A et B) permettent de distinguer quatre groupes sanguins qui sont :

- le groupe A où les hématies portent un seul antigène A sur leur membrane ;
- le groupe sanguin B où les hématies portent un seul antigène B sur leur membrane ;
- le groupe sanguin AB où les hématies portent à la fois les antigènes A et B sur leur membrane ;
- le groupe sanguin O où les hématies ne portent pas d'antigène sur leur membrane.

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous sont relatives sont relatives à la manifestation de certains caractères héréditaires chez l'Homme.

1. La polydactylie est caractérisée par l'apparition de cheveux blancs chez l'Homme.
2. L'hémophilie est caractérisée par un défaut de coagulation du sang chez l'Homme.
3. Le daltonisme est caractérisé par un trouble de vision des couleurs chez l'Homme.
4. La drépanocytose est caractérisée par l'absence de la mélanine chez l'Homme.
5. L'albinisme est caractérisé par la présence d'antigène A et B sur les hématies.

Réponds par "Vrai" ou par "Faux" à chaque affirmation en utilisant les chiffres.

Activité 2 Expliquer la transmission d'un caractère héréditaire chez l'Homme à partir d'un pedigree

2-1 La transmission de l'albinisme

L'albinisme est dû à la synthèse défectueuse, par les mélanocytes de la peau, d'un pigment noir, la mélanine. Cette synthèse est bloquée par l'absence d'une enzyme. L'anomalie frappe un grand nombre d'espèces animales et végétales. Chez l'albinos, le gène de l'enzyme tyrosinase (qui active la transformation de la tyrosine en mélanine) ayant subi une mutation, il ne peut activer la fabrication de la mélanine qui est un pigment noir qui protège la peau et les yeux contre le soleil.

Le sujet atteint est totalement dépigmenté, sa peau est d'un blanc laiteux, ainsi que ses cheveux, ses cils, ses sourcils. Son iris est clair, parfois rose, la pupille apparaît rouge, car elle

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 222 27/02/2025 16:55

laisse voir les vaisseaux du fond de l'œil. Des parents non atteints peuvent donner naissance à des enfants albinos.

Le pedigree suivant est le résultat d'une enquête réalisée dans une famille où sont présents des albinos.

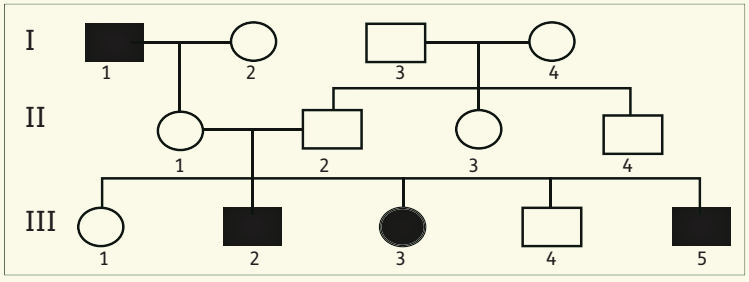


Figure 3 : Pedigree d'une famille où il y a des albinos

- Observe attentivement le pedigree.
- Analyse l'arbre généalogique de cette famille.
- Interprète-le.
- Tire une conclusion.

Synthèse

• Dominance ou récessivité du caractère

L'homme I_1 albinos et sa femme I_2 d'apparence normale ont engendré une fille II_1 d'apparence normale.

Leur fille II_1 et son époux II_2 d'apparence normale ont engendré cinq (5) enfants dont deux garçons et une fille albinos. L'albinisme se transmet d'une génération à une autre : il est donc héréditaire.

L'homme I_1 albinos a engendré une fille d'apparence normale : l'allèle de l'albinisme se trouve sous forme masquée chez cette fille.

Les parents II_1 et II_2 qui sont apparemment normaux, ont donné naissance à trois enfants albinos III_2 ; III_3 et III_5.

Ces deux parents possèdent l'allèle de l'albinisme sous forme masquée : ils sont forcément hétérozygotes.

L'allèle albinos est donc **récessif**, l'allèle normal est **dominant**.

Choix des symboles

Albinos : **a** Le couple d'allèles est : **A/a**

Normal : **A**

• Nature du chromosome qui porte le gène responsable de l'albinisme

On considère le couple II_1 et II_2 apparemment normaux qui donne trois enfants (III_2 ; III_3 et III_5 albinos).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 223 27/02/2025 16:55

Synthèse

Supposons que l'allèle albinos est porté par un chromosome sexuel X ; dans ce cas on a :

Couple : ♀ II_1 × ♂ II_2

Phénotypes : ♀ [A] × [A]

Génotypes : $\frac{X_A}{X_a}$ $\frac{X_A}{\ }$

Gamètes : 50% X_A 50% X_A

50% X_a 50%

Échiquier de croisement :

Gamètes ♀ \ Gamètes ♂	50% X_A	50%
50% X_A	25 % $\frac{X_A}{X_A}$ ♀ [A]	25 % $\frac{X_A}{\ }$ ♂ [A]
50% X_a	25 % $\frac{X_A}{X_a}$ ♀ [A]	25 % $\frac{X_a}{\ }$ ♂ [a]

Bilan : 50% ♀ [A] (Toutes les filles sont apparemment normales)

25% ♂ [A]

25% ♂ [a]

Un tel couple ne peut donner de filles albinos. Or dans le pedigree, la fille III_3 est albinos. On en déduit que l'allèle albinos n'est pas porté par un chromosome sexuel X, mais plutôt par un autosome. L'albinisme est donc une anomalie récessive et autosomale.

Le génotype des personnes albinos est donc $\frac{a}{a}$ et celui des personnes normales est $\frac{A}{A}$ ou $\frac{A}{a}$.

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la transmission de l'albinisme.

1. Un couple d'albinos donne naissance qu'à des albinos.
2. Un couple d'albinos peut donner naissance à des enfants non albinos.
3. Un couple non albinos peut donner naissance à des albinos.
4. Un albinos est un homozygote dominant.
5. Un albinos possède deux allèles récessifs.

Écris « Vrai » ou « Faux » pour chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 224 27/02/2025 16:55

2-2 La transmission de la drépanocytose

Texte

La drépanocytose est une maladie génétique de l'hémoglobine, une substance contenue dans les globules rouges, qui sert à transporter l'oxygène à travers le corps. Elle est due à une mutation unique et ponctuelle du gène bêta-globine situé sur le chromosome 11. Cette mutation est caractérisée par le remplacement d'un acide aminé par un autre (acide glutamique remplacé par une valine). Cette hémoglobine anormale est appelée hémoglobine S (HbS). Elle présente une diminution de solubilité à l'état désoxygéné et, dans certaines circonstances comme l'hypoxie, l'acidose, la déshydratation, l'HbS se polymérise, entraînant une déformation des hématies en "faucille" d'où le nom de la maladie, encore appelée "anémie falciforme".

Ces hématies ont, alors, des difficultés à circuler et peuvent occasionner des caillots dans les vaisseaux, à l'origine de nombreuses complications et douleurs.

Fig. 3 : Une hématie normale et une hématie en forme de faucille

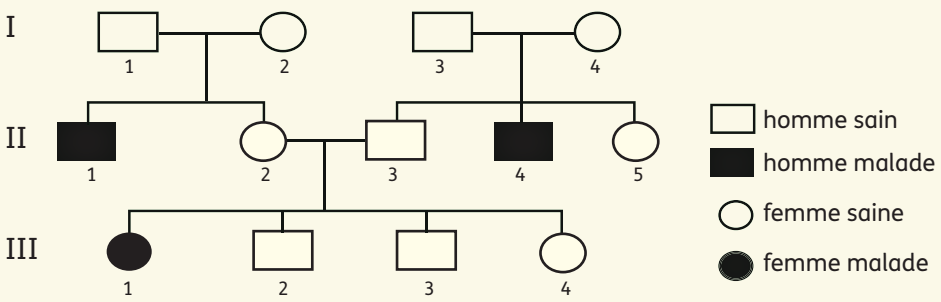
Les manifestations sont très variables d'une personne à l'autre et, pour une même personne, d'un moment à l'autre.

La maladie se manifeste par une anémie (se traduisant par une fatigabilité, des vertiges, des essoufflements...), une sensibilité aux infections, et des crises douloureuses causées par une mauvaise circulation sanguine et par le manque d'oxygénation des tissus (surtout les os).

L'électrophorèse montre que :

- les individus sains ont un seul type d'hémoglobine : A. Ils sont donc homozygotes normaux.
- les individus malades ont l'hémoglobine anormale : S. Ils sont donc homozygotes drépanocytaires malades.
- les individus apparemment sains ont les deux types d'hémoglobines A et S en quantité presque égales : ils sont hétérozygotes porteurs sains. Les deux allèles s'expriment car les deux hémoglobines sont présentes. Ces personnes sont phénotypiquement saines mais elles transmettent la maladie.

Les résultats d'enquêtes menées dans une famille atteinte de drépanocytose sont représentés par le pedigree ci-dessous.



SVT Terminale Manuel 27022025.indd 225 27/02/2025 16:55

- Lis le texte et observe l'arbre généalogique.
- Analyse l'arbre généalogique de cette famille.
- Interprète-le.
- Tire une conclusion.

Synthèse

• Dominance ou récessivité du caractère.

Les couples (♂ I_1 ; ♀I_2), (♂I_3 ; ♀I_4) et (♀II_2 ; ♂II_3) apparemment sains ont engendré respectivement des enfants II_1, II_4 et III_1 drépanocytaires. Dans ce pedigree, la maladie atteint à la fois les garçons et les filles et elle n'apparaît pas à toutes les générations.
Ces différents couples apparemment sains, transmettent la maladie à leur descendance : la drépanocytose semble donc être transmise selon le mode récessif. Puisque les deux allèles s'expriment chez les individus apparemment sains. L'allèle sain et l'allèle de la drépanocytose (l'allèle malade) sont donc codominants.
Choix des symboles :

Normal : A

Malade : S Le couple d'allèles est donc A/S

• Nature du chromosome qui porte le gène responsable de l'albinisme

Considérons le couple (II_2 ; II_3) apparemment sain qui donne une fille III_1 drépanocytaire. Suppose que l'allèle de la maladie est porté par un chromosome sexuel X, dans ce cas on aura :

Couple ♀II_2 x ♂II_3

Phénotypes : [AS] x [A]

Génotypes : $X^A X^S$ x $X^A Y$

Gamètes : 50% X^A 50% X^A

50% X^S 50% Y

Échiquier de croisement :

Gamètes ♂ / Gamètes ♀	50% X^A	50% Y
50% X^A	25 % $X^A X^A$ ♀ [A]	25 % $X^A Y$ ♂ [A]
50% X^S	25 % $X^A X^S$ ♀ [AS]	25 % $X^S Y$ ♂ [S]

Bilan : 25% ♀ [A] (Toutes les filles sont apparemment saines)

25% ♀ [AS]

25% ♂ [A]

25% ♂ [S]

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 226 27/02/2025 16:55

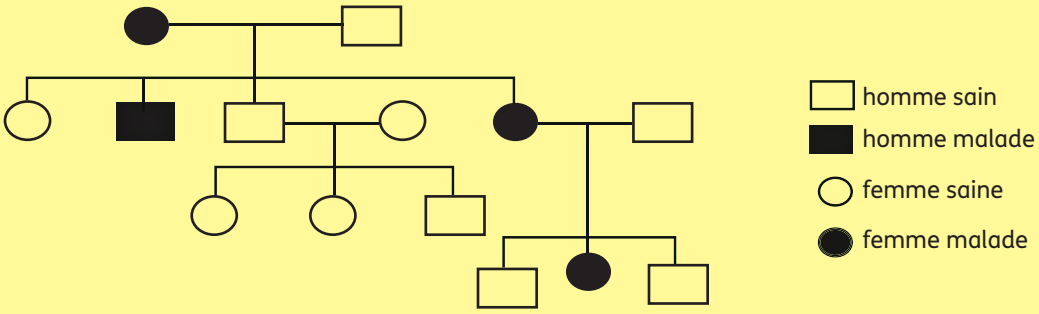
D'après l'échiquier de croisement, un tel couple ne peut donner de filles drépanocytaires et seuls les garçons sont drépanocytaires. Or dans le pedigree, la fille III_1 est drépanocytaire et les garçons sont sains. On en déduit que l'allèle malade n'est pas porté par un chromosome sexuel X, mais par un autosome.

La drépanocytose est donc une maladie héréditaire codominante et autosomale.

Le génotype des personnes drépanocytaires est donc $\frac{S}{S}$ et celui des personnes saines est $\frac{A}{A}$ ou $\frac{A}{S}$.

Exercice de fixation

Le pedigree ci-dessous présente la transmission d'une maladie dans une famille.



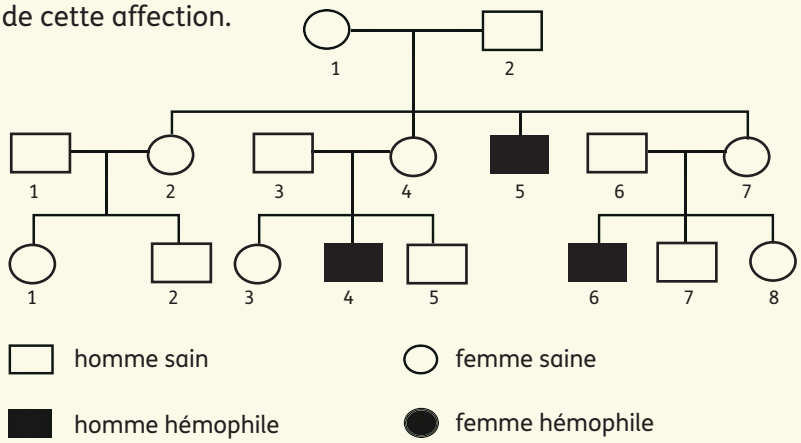
1. L'allèle responsable de la maladie est récessif.
2. Le gène responsable de la maladie est lié au sexe.
3. Chaque enfant malade a au moins un parent malade.
4. Tous les hommes sont malades.
5. Les hommes et les femmes sont malades.

Écris "Vrai" ou "Faux" pour chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

2-3 La transmission de l'hémophilie

Texte

L'hémophilie est une affection héréditaire caractérisée par une lenteur de la coagulation du sang. L'arbre généalogique ci-dessous est celui d'une famille dont certains membres sont atteints de cette affection.



SVT Terminale Manuel 27022025.indd 227 27/02/2025 16:55

- Lis le texte et observe le pedigree.
- Analyse le pedigree de cette famille.
- Interprète-le.
- Tire une conclusion.

Synthèse

• Dominance ou récessivité du caractère

Les parents I_1 et I_2 apparemment sains, ont 4 enfants dont un hémophile II_5. L'hémophilie ne touche que les hommes. Cela montre que l'allèle hémophile existe dans le génotype des deux parents I_1 et I_2 mais sous une forme masquée par l'allèle sain qui le domine. I_1 et I_2 sont forcément hétérozygotes et les individus hémophiles sont homozygotes. L'allèle hémophile est donc récessif et l'allèle sain dominant.

Choix des symboles

Hémophile récessif : **h**

Sain dominant : **H**

Le couple d'allèles est donc **H/h.**

Puisque l'anomalie ne touche que les hommes alors, sa transmission serait donc liée au sexe.

• Nature du chromosome qui porte le gène responsable de l'albinisme

Considérons le couple I_1 et I_2 apparemment normaux qui donne quatre enfants dont un hémophile II_5.

Supposons que l'allèle hémophile est porté par un chromosome sexuel X ; dans ce cas on aura :

Couple ♀ I_1 x ♂ I_2

Phénotypes : [H] x [H]

Génotypes : X_H / X_h ; X_H

Gamètes : 50% X_H ; 50% X_h ; 50% X_H ; 50%

Échiquier de croisement :

Gamètes ♂ / Gamètes ♀	50% X_H	50%
50% X_H	25 % X_H / X_H ♀ [H]	25 % X_H ♂ [H]
50% X_h	25 % X_H / X_h ♀ [H]	25 % X_h ♂ [h]

Bilan : 50% [H] ♀ ; 25% [H] ♂ ; 25% [h] ♂

Un tel couple ne peut donner de filles hémophiles. Ce qui est conforme avec le pedigree ; on en déduit que l'allèle de l'anomalie est donc porté par le **chromosome sexuel X**.

L'hémophilie est donc une maladie héréditaire récessive liée au sexe.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 228 27/02/2025 16:55

Le génotype des hommes malades est X^hY ; celui des femmes malades $\frac{X^h}{X^h}$.
Celui des hommes sains est : X^HY.
Celui des femmes saines est $\frac{X^H}{X^H}$ ou $\frac{X^H}{X^h}$.

Synthèse

Exercice de fixation

Les séries de propositions ci-dessous sont relatives à la transmission de l'hémophilie chez l'Homme.

1. L'allèle responsable de l'hémophilie est :
- a récessif ;
- b dominant ;
- c codominant.

2. Le père hémophile transmet l'allèle de l'hémophilie à :
- a ses filles ;
- b ses garçons ;
- c tous ses enfants.

3. La mère hémophile peut transmettre l'allèle de l'hémophilie à :
- a ses filles ;
- b ses garçons ;
- c tous ses enfants.

4. Le gène de l'hémophilie est porté par :
- a un autosome ;
- b un chromosome sexuel X ;
- c un chromosome sexuel Y.

5. Un homme porteur de l'allèle hémophile :
- a manifeste l'hémophilie ;
- b est un porteur sain ;
- c a des descendants tous porteurs.

Relève dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres.

Résumé de cours

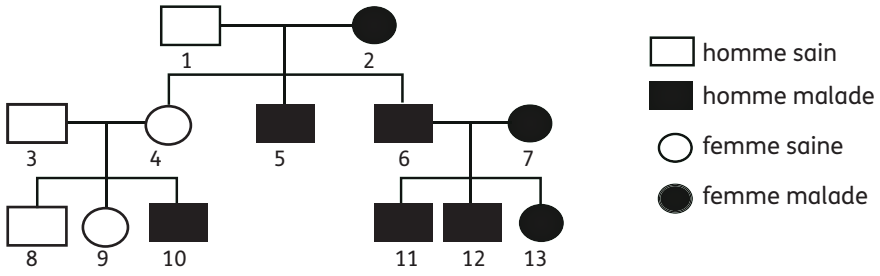
Chez l'Homme, il existe plusieurs caractères qui se transmettent de génération en génération. Ces caractères sont dits héréditaires. La transmission de ces caractères se fait par les autosomes ou par les chromosomes sexuels.
L'arbre généalogique appelé aussi pedigree est le support de l'étude de la transmission d'un caractère héréditaire dans l'espèce humaine. C'est la traduction par des signes conventionnels des résultats d'enquêtes menées dans des familles ou sévissent des affections héréditaires.
Il faut noter que l'albinisme, le groupe sanguin, la drépanocytose et le daltonisme sont transmis par les autosomes alors que l'hémophilie est transmise par les hétérochromosomes.
La détermination du mode de transmission de ces maladies s'appuie sur la répartition de la maladie ou de l'anomalie d'une génération à l'autre dans le pedigree.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 229 27/02/2025 16:55

APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

Des élèves de la Terminale décident d'approfondir leurs connaissances sur la leçon portant sur la transmission des caractères héréditaires chez l'Homme et découvrent le pedigree ci-dessous dans un manuel de biologie lors de leurs recherches à la bibliothèque.



Éprouvant des difficultés, ils te sollicitent pour exploiter ce pedigree.

1. Donne l'intérêt du pedigree.
2. Montre que le caractère étudié est récessif ou dominant.
3. Détermine la nature du chromosome qui porte le gène de ce caractère.
4. Écris le génotype des individus 1, 2, 4, 12 et 13.

Corrigé

1. Intérêt du pedigree.

Il permet d'étudier la transmission des caractères héréditaires chez l'Homme. C'est le résultat d'enquêtes menées dans une famille où sévit une maladie héréditaire.

2. L'allèle dominant ou récessif.

Le couple (3 ; 4) apparemment sain a donné naissance à un enfant malade. L'allèle responsable de cette maladie est masqué chez les parents : il est récessif.

Choix des symboles.

Individu Malade : m

Individu sain : M

3. Liaison au sexe ou non.

Considérons le couple (3 ; 4) apparemment normal.

Supposons que l'allèle responsable de la maladie est porté par un chromosome sexuel X ; dans ce cas on aura :

Méthode

Préciser le nom du document. Indiquer son mode d'obtention et son rôle.

Montrer que l'allèle est dominant ou récessif.
Choisir dans le pedigree un exemple de couple apparemment sain qui a donné naissance à un ou plusieurs enfants malades (le choix doit être judicieux pour faciliter le raisonnement).

Liaison ou non au sexe
Il faut absolument une démonstration chromosomique avec l'émission d'une hypothèse de liaison au sexe.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 230 27/02/2025 16:55

Couple : ♀4 x ♂3

Phénotypes : [M] [M]

Génotypes : $\frac{XM}{Xm}$ $\frac{XM}{\ }$

Gamètes : 50% XM 50% XM

50% Xm 50% —

Échiquier de croisement

Gamètes ♀ \ Gamètes ♂	50% XM	50% —
50% XM	25 % $\frac{XM}{XM}$ [M] ♀	25 % $\frac{XM}{\ }$ [M] ♂
50% Xm	25 % $\frac{XM}{Xm}$ [M] ♀	25 % $\frac{Xm}{\ }$ [m] ♂

Bilan : 50% [M] ♀ ; 25% [M] ♂ ; 25% [m] ♂

Un tel couple ne peut donner que des garçons malades, si le gène était lié au sexe, ce qui est conforme avec le pedigree. On en déduit que l'allèle responsable de la maladie est porté par le **chromosome sexuel X**.

La maladie est donc une maladie héréditaire récessive liée au sexe.

4. Génotypes des individus.

1 - $\frac{XM}{\ }$; 2 - $\frac{Xm}{Xm}$; 4 - $\frac{XM}{Xm}$;

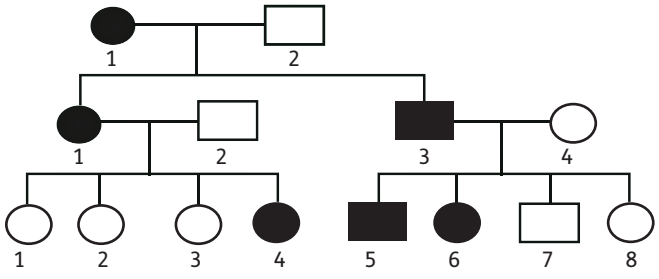
12 - $\frac{Xm}{\ }$; 13 - $\frac{Xm}{Xm}$

Génotype

L'écriture du génotype s'appuie sur le phénotype de l'individu et les caractéristiques de l'allèle responsable du caractère (récessif/dominant ; liaison ou non au sexe).

Exercice 2

Pour vous aider à préparer le devoir de niveau sur la transmission d'un caractère héréditaire, votre professeur de biologie vous remet le document suivant qui est le pedigree d'une famille où sévit une maladie héréditaire.



Génération 1 (G_1)

Génération 2 (G_2)

Génération 3 (G_3)

homme sain

homme malade

femme saine

femme malade

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 231 27/02/2025 16:55

Ton voisin de classe, absent pendant le cours, te sollicite pour travailler ensemble sur le document.

1. Montre que l'allèle de la maladie est dominant ou récessif.
2. Explique le mode de transmission de la maladie.
3. Écris les génotypes des parents de la première génération.

Corrigé

1. L'allèle dominant ou récessif.

Chaque enfant malade a au moins un parent malade. L'allèle de la maladie est dominant et l'allèle sain est récessif.

Choix des symboles

Individu Malade : S

Individu sain : s

2. Liaison au sexe ou non.

Considérons le couple (3 ; 4) de la génération 2. Supposons que l'allèle responsable de la maladie est porté par un chromosome sexuel X ; dans ce cas on aura :

L'allèle responsable de la maladie étant dominant, supposons qu'il est porté par le chromosome X. Soit le couple ci-dessous :

Couple : ♀4 x ♂3

Phénotypes : [s] [S]

Génotypes : $\frac{X_s}{X_s}$ X_S/

Gamètes : 100% X_s — 50% X_S, 50% /

Échiquier de croisement.

Gamètes ♂ / Gamètes ♀	50% X_S	50% /
100% X_s	50 % $\frac{X_S}{X_s}$ [s] ♀	50 % X_s / [s] ♂

Bilan : 50% [s] ♀ ; 50% [s] ♂

Si l'allèle responsable de la maladie était lié au sexe, les filles seraient malades et les garçons normaux. Or dans le pedigree, le garçon 5 est malade et la fille 8 est normale. On en déduit que l'allèle responsable de la maladie est porté par un **autosome**.

La maladie est donc une maladie héréditaire dominante autosomale.

3. Génotypes des individus

1. $\frac{S}{S}$; 2. $\frac{s}{s}$

Méthode

Montrer que l'allèle est dominant ou récessif.

Il faut observer les parents et les descendants dans tout le pedigree pour détecter le mode de la transmission de la maladie.

Liaison ou non au sexe

Il faut absolument une démonstration chromosomique avec l'émission d'une hypothèse de liaison au sexe. Le caractère étant dominant, il faut choisir un couple dont le mari est malade pour la démonstration (on peut facilement écrire son génotype).

Génotype

L'écriture du génotype s'appuie sur le phénotype de l'individu et les caractéristiques de l'allèle responsable du caractère (récessif/dominant ; liaison ou non au sexe).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 232 27/02/2025 16:55

Exercices de renforcement

Exercice 1

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la transmission d'un caractère héréditaire.

1. La drépanocytose est une maladie héréditaire hétérosomale.
2. L'allèle albinos est récessif.
3. Le daltonisme est une anomalie héréditaire autosomale.
4. Hémophilie est une maladie héréditaire dominante.
5. Le système ABO est gouverné par trois gènes.

Relève les affirmations justes, en utilisant les chiffres.

Exercice 2

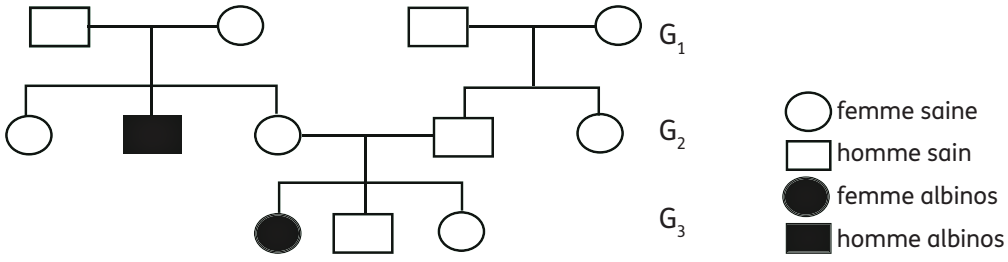
Le tableau ci-dessous présente des propositions et les cas d'hérédité lors de la transmission des caractères héréditaires dans l'espèce humaine.

Propositions	Cas d'hérédité
1. Il y a une différence suivant le sexe. **2.** L'allèle s'exprime à chaque génération. **3.** Le gène est localisé sur le chromosome X. **4.** Il n'y a pas de différence entre homme et femme pour la fréquence d'apparition du caractère.	**a.** Hérédité autosomale **b.** Hérédité hétérosomale

Associe chaque proposition aux cas d'hérédité qui convient, en utilisant les chiffres et les lettres.

Exercice 3

Le pedigree ci-dessous ainsi que les affirmations suivantes sont relatifs à la transmission de l'albinisme.



1. L'allèle responsable de la maladie est récessif.

2. Le gène qui commande la transmission de la maladie est lié au sexe.

3. La maladie n'affecte pas certaines générations.

4. L'allèle responsable de la maladie est dominant.

Écris « Vrai » ou « Faux » pour chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 233 27/02/2025 16:55

Exercices

Exercice 4

Le texte lacunaire ci-dessous ainsi que les mots et groupe de mots suivants sont relatifs à la transmission des caractères héréditaires chez l'Homme : *autosomes ; pedigree ; héréditaires ; familles ; hémophilie ; résultats d'enquêtes*.

Chez l'homme, il existe plusieurs caractères qui se transmettent de génération en génération. Ces caractères sont dits ...1... . La transmission de ces caractères se fait par les ...2 ... ou par les chromosomes sexuels. L'arbre généalogique appelé aussi ...3... est le support de l'étude de la transmission d'un caractère héréditaire dans l'espèce humaine. C'est la traduction par des signes conventionnels des ...4... menées dans des ...5... ou sévissent des affections héréditaires. On note que l'albinisme, le groupe sanguin, la drépanocytose et le daltonisme sont transmis par les autosomes alors que l'...6... est transmise par les hétérosomes.

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots ci-dessus, en utilisant les chiffres.

Exercice 5

Le tableau ci-dessous présente des analyses et des déductions sur la transmission des caractères chez l'Homme.

Analyses	Déductions
1. Des parents apparemment sains donnent naissance à des enfants malades. 2. Le père malade transmet l'anomalie à toutes ses filles. 3. Le père malade a des filles saines. 4. La mère malade transmet l'anomalie à tous ses fils. 5. Chaque enfant malade a au moins un parent malade. 6. Il n'y a pas de saut de génération.	a) Allèle de la maladie est récessif. b) Allèle de la maladie est dominant. c) Maladie liée au sexe. d) Maladie non liée au sexe.

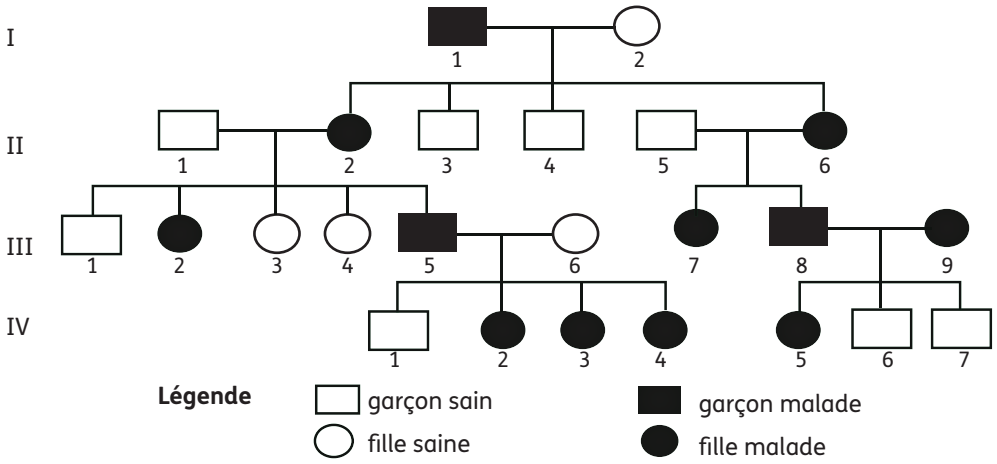
Associe chaque analyse à la déduction qui convient, en utilisant les chiffres et les lettres.

Exercices d'approfondissement

Exercice 1

L'arbre généalogique ci-après, découvert par un membre de ton groupe de travail dans un manuel de biologie, présente des cas de rachitisme observés dans une famille. Le manuel précise que le rachitisme est une maladie du squelette due à une carence en vitamine D. La maladie se manifeste par une réduction de la longueur des os longs et une déformation de ceux-ci ; ce qui se traduit chez le malade par des membres courts souvent déformés Ainsi, l'individu rachitique est de petite taille. Il a un aspect trapu et une grosse tête. Dans certains cas, le traitement par la vitamine D est inefficace : ces formes de rachitisme sont dites vitamino-résistants. L'une d'elles est héréditaire.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 234 27/02/2025 16:55

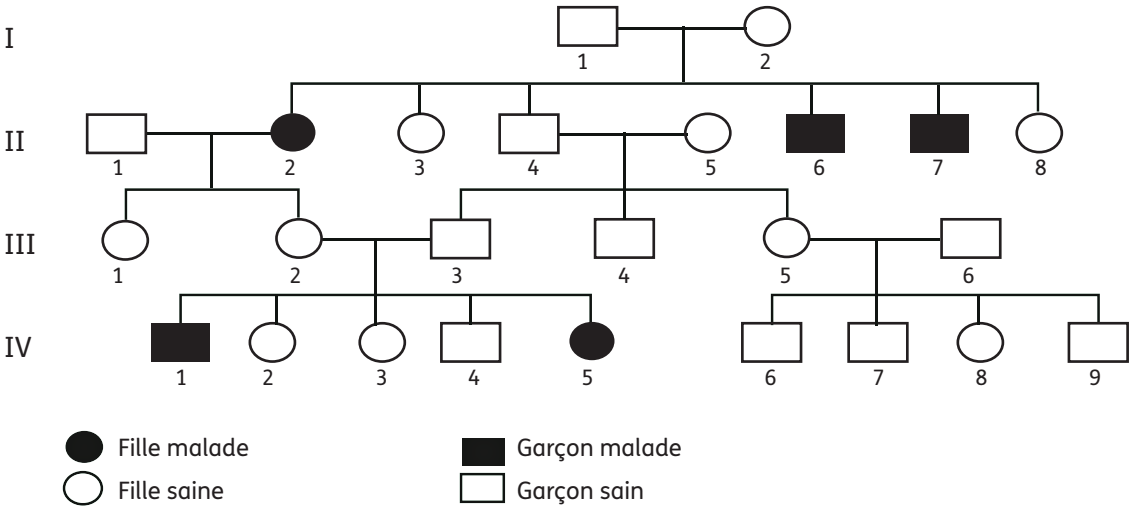


Ton groupe de travail trouve intéressant ce pedigree et te propose pour conduire son exploitation.

1. Analyse le pedigree de cette famille.
2. Interprète-le.
3. Tire une conclusion.

Exercice 2

Lors de la préparation du devoir de niveau sur la transmission des caractères héréditaires chez l'Homme, des élèves d'une autre classe de Terminale D de ton établissement découvrent, dans un manuel de la bibliothèque de votre établissement, l'arbre généalogique ci-dessous relatif à une famille dans laquelle sévit une maladie.



Ces élèves te sollicitent pour les aider à déterminer le mode de transmission de cette maladie.

1. Montre par un raisonnement logique que l'allèle responsable de la maladie est dominant ou récessif.
2. Détermine la nature du chromosome qui porte le gène responsable de la maladie.
3. Écris le génotype des individus I_1, II_2, III_2.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 235 27/02/2025 16:55

Exercices

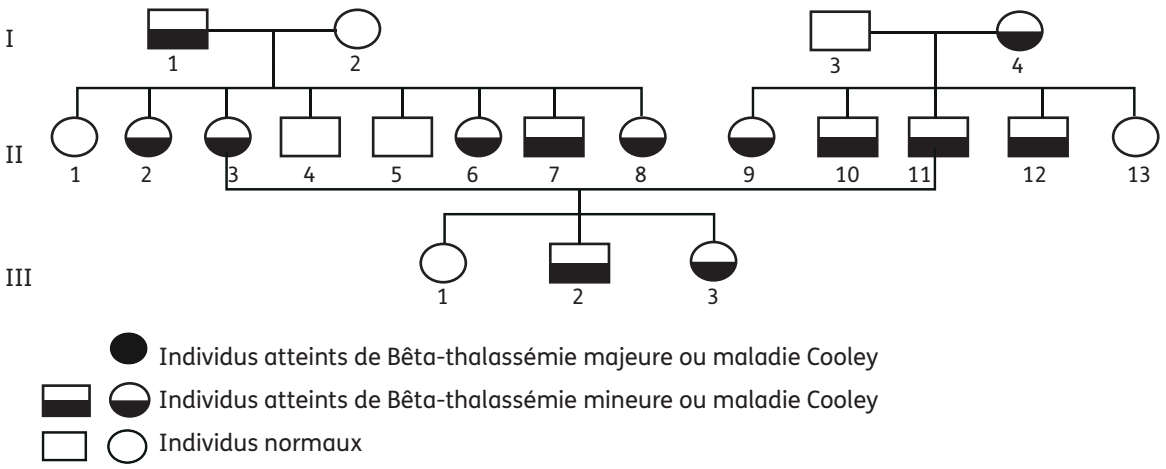
Exercice 3

Lors de la préparation du devoir de niveau, ton camarade de classe est absent pendant le cours portant sur la transmission des caractères héréditaires chez l'Homme. Il découvre dans un manuel de biologie, les informations ci-dessous et le pedigree suivant d'une famille dont certains membres sont atteints de la Bêta-thalassémie.

La Bêta-thalassémie est une maladie du sang caractérisée par la synthèse d'hémoglobines anormales.

L'électrophorèse des hémoglobines a permis de montrer que :

- les individus atteints de la forme majeure, ne possèdent que l'hémoglobine anormale notée A ;
- les individus normaux ne possèdent que l'hémoglobine normale notée N ;
- les individus atteints de la forme mineure possèdent à la fois l'hémoglobine normale et l'hémoglobine anormale donc ils sont apparemment sains.



Individus atteints de Bêta-thalassémie majeure ou maladie Cooley

Individus atteints de Bêta-thalassémie mineure ou maladie Cooley

Individus normaux

Il te sollicite alors pour lui expliquer le mode de transmission de la Bêta-thalassémie dans cette famille.

1. Montre que l'allèle responsable de la Béta thalassémie est dominant ou récessif.
2. Démontre que cet allèle est porté par un autosome ou par un chromosome sexuel.
3. Écris les génotypes des individus suivants : I_1, I_2, I_3, I_4 et III_1.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 236 27/02/2025 16:55

Approfondis tes connaissances

Les maladies génétiques rares

• Syndrome de Rett

Le syndrome de Rett est une maladie rare qui touche quasi exclusivement les filles. Le syndrome de Rett concerne 1 naissance sur 10 à 15 000, ce qui représente 30 à 40 nouveaux enfants malades chaque année en France et 9 000 dans le monde. Il affecte le développement cérébral des filles.

• Acanthosis nigricans

Maladie de la peau caractérisée par des taches sombres et veloutées au toucher, situées dans les plis du corps souvent au niveau des aisselles, de l'aine et du cou.
L'acanthosis nigricans apparaît généralement chez les personnes obèses ou diabétiques. Plus rarement, elle peut être le signe annonciateur d'une tumeur cancéreuse dans un organe interne, comme l'estomac ou le foie.
Le traitement des problèmes sous-jacents, comme l'obésité ou une tumeur, peut restaurer la peau.

• Acromégalie

Trouble chez l'adulte caractérisé par une production excessive d'hormone de croissance par la glande hypophyse.
L'acromégalie est généralement due à une tumeur non cancéreuse, et touche le plus souvent les adultes d'âge mûr.
Les symptômes sont caractérisés par une augmentation anormale de la taille des pieds et des mains, ainsi qu'une déformation du visage.
Un traitement rapide est nécessaire pour éviter une maladie grave. Des médicaments peuvent également réduire les effets de l'hormone de croissance. Si nécessaire, la chirurgie et la radiothérapie peuvent contribuer à éliminer les cellules tumorales.

• Alcaptonurie

L'alcaptonurie est une maladie extrêmement rare, d'origine génétique, causée par un déficit enzymatique en acide homogentisique oxydase ou HGO. Cette anomalie engendre une dégradation incomplète et donc l'accumulation de certains acides aminés, constituants de base des protéines. Elle se traduit par une coloration foncée des urines et des douleurs articulaires. La présence d'acide homogentisique dans les urines permet d'évoquer le diagnostic, ensuite confirmer par des tests génétiques. Actuellement, aucun traitement n'est capable de guérir l'alcaptonurie.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 237 27/02/2025 16:55

Approfondis tes connaissances

• Amylose

Accumulation d'amyloïde (une protéine) dans le cœur, les reins, le foie ou d'autres organes.

L'amyloïde est une protéine anormale qui est généralement produite dans la moelle osseuse et qui peut être déposée dans n'importe quel tissu ou organe.

Les symptômes dépendent de l'organe touché et peuvent inclure un gonflement, de la fatigue et une faiblesse, un essoufflement, un engourdissement, des picotements, ou des douleurs au niveau des mains et des pieds.

Le traitement comprend la prise de médicaments, la chimiothérapie ou la greffe de cellules-souches, selon le type d'amylose.

• Amyotrophie spinale de type 1

Atrophie musculaire spinale proximale rare d'origine génétique, caractérisée par la dégénérescence des motoneurones alpha dans les cornes antérieures de la moelle épinière et le tronc cérébral inférieur, se manifestant par l'apparition d'une faiblesse musculaire sévère et progressive dans les six premiers mois de la vie et se manifestant par une hypotonie et une faiblesse sévères et généralisées. La dysphagie et les troubles respiratoires peuvent également être présents au moment de la manifestation de la maladie ou apparaître à un stade ultérieur. Généralement, avant l'avènement des thérapies récentes, les patients de type 1 ne parvenaient jamais à s'asseoir sans y être aidés.

maladiesraresinfo.org

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 238 27/02/2025 16:55

Leçon 2

La transmission de deux caractères héréditaires chez les êtres vivants

Situation d'apprentissage

Après les connaissances qu'ils ont acquises sur la transmission d'un caractère héréditaire chez l'Homme, des élèves de Terminale D découvrent sur Internet que les caractères sont aussi transmis simultanément. Des croisements réalisés aussi bien chez les animaux que chez les végétaux permettent de les observer.

Ils cherchent alors à expliquer la transmission de deux caractères héréditaires et à dégager les règles régissant cette transmission.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 239 27/02/2025 16:55

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Expliquer	- la transmission de deux caractères gouvernés par deux gènes indépendants ; - la transmission de deux caractères gouvernés par deux gènes liés.
Calculer	la distance génétique.
Établir	la carte factorielle.
Dégager	• les règles régissant la transmission de : - deux gènes indépendants dans le cas d'une dominance complète ; - deux gènes liés. • l'importance de l'hybridation.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1

Expliquer la transmission de deux caractères gouvernés par deux gènes indépendants

Expériences de croisement chez le pois

• Premier croisement

On croise des pois à graines lisses et jaunes avec des pois à graines ridées et vertes.
On obtient des graines lises et jaunes uniquement.

• Deuxième croisement

Les graines lisses et jaunes obtenues à l'issue du premier croisement sont croisées entre elles. On obtient les résultats suivants :

- 3057 graines lisses et jaunes ;
- 1021 graines lisses et vertes ;
- 1012 graines ridées et jaunes ;
- 341 graines ridées et vertes.

• Troisième croisement :

On croise des graines lisses et jaunes obtenues à l'issue du premier croisement avec des graines ridées et vertes et on obtient :

- 496 graines lisses et jaunes ;
- 507 graines lisses et vertes ;
- 496 graines ridées et jaunes ;
- 500 graines ridées et vertes.

- Lis les expériences de croisement sur le pois.
- Analyse les résultats des croisements.
- Interprète les résultats de chaque croisement.
- Dégagent les règles de la transmission de deux gènes indépendants.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 240 27/02/2025 16:55

Synthèse

Les caractères qui se manifestent dans ces croisements sont : la couleur des graines qui s'exprime sous deux phénotypes (*jaune et vert*), l'aspect des graines qui s'expriment sous deux phénotypes lisse et ridé (lisse et ridé).

• Premier croisement

Les pois croisés de phénotypes différents donnent une descendance homogène (F_1 homogène).

Les parents (graines jaunes - lisses et graines ridées – vertes) sont de race pure ou de lignée pure, c'est-à-dire des homozygotes pour les phénotypes que chaque parent exprime.

Les phénotypes lisses et jaunes qui s'expriment dans la descendance (F_1) sont dominants.

Les phénotypes ridés et verts sont récessifs.

Les individus obtenus à la F_1 sont hétérozygotes.

• Deuxième croisement

La descendance issue du 2e croisement est hétérogène.

Étude caractère par caractère

• Caractère « aspect des graines »

Calcul des proportions phénotypiques ou de fréquences phénotypiques :

Le nombre total de graines (T) = 3057 + 1021 + 1012 + 341 = 5431 (F_2)

Lisse : $\frac{3057 + 1021}{5431} \times 100 =$ **75.08% soit 3/4.**

Ridé : $\frac{1012 + 341}{5431} \times 100 =$ **24.91 % soit 1/4.**

Le caractère « aspect des graines » donne une descendance F_2 en ségrégation 3/4 ; 1/4 au niveau des phénotypes.

La ségrégation 3/4, 1/4 obtenue pour le caractère « *aspect de la graine* » indique que :

- le caractère aspect de la graine est sous la dépendance d'un couple d'allèles autosomal avec dominance complète ;
- les individus croisés sont des hétérozygotes ;
- le phénotype lisse qui s'exprime à la fréquence de 3/4 est dominant ;
- le phénotype ridé qui s'exprime à la fréquence de 1/4 est récessif.

Choix des symboles

Ridé (récessif) : r | Couple d'allèles : R/r

Lisse (dominant) : R

Génotypes partiels des parents croisés : $\frac{R}{r}$ et $\frac{R}{r}$

• Caractère « couleur des graines »

Calcul de proportions phénotypiques

Total de la descendance : **T = 5431**

Jaune : $\frac{3057 + 1021}{5431} \times 100 = 74{,}92\% =$ **75% soit 3/4**

Vert : $\frac{1012 + 341}{5431} \times 100 = 25{,}07\% =$ **25% soit 1/4**

Le caractère « *couleurs des graines* » donne une descendance F_2 en ségrégation 3/4 ; 1/4 au niveau des phénotypes.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 241 27/02/2025 16:55

Synthèse

La ségrégation 3/4, 1/4 obtenue pour le caractère « *couleur de la graine* » indique que :

- le caractère couleur de la graine est sous la dépendance d'un couple d'allèles autosomal avec dominance complète ;
- les individus croisés sont des hétérozygotes ;
- le phénotype jaune qui s'exprime à la fréquence de 3/4 est **dominant** ;
- le phénotype vert qui s'exprime à la fréquence de 1/4 est **récessif**.

Choix des symboles

Vert (récessif) : v | Couple d'allèles : V/v

Jaune (dominant) : V

Génotypes partiels des parents croisés $\frac{V}{v}$ et $\frac{V}{v}$

Étude simultanée des deux caractères (relation entre les deux couples)

Recherche de la ségrégation dans l'hypothèse d'indépendance

3/4 [R] → 3/4 [V] → 9/16 [RV]

3/4 [R] → 1/4 [v] → 3/16 [Rv]

1/4 [r] → 3/4 [V] → 3/16 [rV]

1/4 [r] → 1/4 [v] → 1/16 [rv]

Test de l'hypothèse de l'indépendance

Phénotypes observés	Effectifs observés	Hypothèse d'indépendance	
		Ségrégation	Effectifs théoriques attendus
[RV]	3057	9/16	5431 x 9/16 = 3054,93
[Rv]	1021	3/16	5431 x 3/16 = 1018,31
[rV]	1012	3/16	5431 x 3/16 = 1018,31
[rv]	341	1/16	5431 x 1/16 = 339,43
Totaux	5431	16/16	5431

Conclusion

Les effectifs théoriques attendus dans le cas de gènes indépendants sont statistiquement identiques aux effectifs observés. Les deux couples d'allèles R/r et V/v sont donc indépendants ou portés par des paires de chromosomes homologues différents.

On peut alors écrire les génotypes des parents.

Génotypes finaux de parents croisés : $\frac{R}{r}\,\frac{V}{v}$ et $\frac{R}{r}\,\frac{V}{v}$

Vérification : Interprétation chromosomique des résultats des deux croisements

Premier croisement

Croisement : ♀ P_1 × ♂ P_2

Phénotypes : [RV] [rv]

Génotypes : $\frac{R}{R}\,\frac{V}{V}$ $\frac{r}{r}\,\frac{v}{v}$

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 242 27/02/2025 16:55

Gamètes et proportions : 100% $\frac{R}{R}\ \frac{V}{V}$ 100% $\frac{r}{r}\ \frac{v}{v}$

Fécondation : F_1 : 100 % $\frac{R}{r}\ \frac{V}{v}$ [RV]

• Deuxième croisement

Croisement : ♀ F_1 × ♂ F_1

Phénotypes : [RV] [RV]

Génotypes : $\frac{R}{r}\ \frac{V}{v}$ $\frac{R}{r}\ \frac{V}{v}$

Gamètes et proportions :

1/4 $\frac{R}{R}\ \frac{V}{V}$	1/4 $\frac{R}{R}\ \frac{V}{V}$
1/4 $\frac{R}{R}\ \frac{v}{v}$	1/4 $\frac{R}{R}\ \frac{v}{v}$
1/4 $\frac{r}{r}\ \frac{V}{V}$	1/4 $\frac{r}{r}\ \frac{V}{V}$
1/4 $\frac{r}{r}\ \frac{v}{v}$	1/4 $\frac{r}{r}\ \frac{v}{v}$

Échiquier de croisement

Gamètes ♂ / Gamètes ♀	1/4 $\frac{R}{R}\ \frac{V}{V}$	1/4 $\frac{R}{R}\ \frac{v}{v}$	1/4 $\frac{r}{r}\ \frac{V}{V}$	1/4 $\frac{r}{r}\ \frac{v}{v}$
1/4 $\frac{R}{R}\ \frac{V}{V}$	1/16 [RV] $\frac{R}{R}\ \frac{V}{V}$	1/16 [RV] $\frac{R}{R}\ \frac{V}{v}$	1/16 [RV] $\frac{R}{r}\ \frac{V}{V}$	1/16 [RV] $\frac{R}{r}\ \frac{V}{v}$
1/4 $\frac{R}{R}\ \frac{v}{v}$	1/16 [RV] $\frac{R}{R}\ \frac{V}{v}$	1/16 [Rv] $\frac{R}{R}\ \frac{v}{v}$	1/16 [RV] $\frac{R}{r}\ \frac{V}{v}$	1/16 [Rv] $\frac{R}{r}\ \frac{v}{v}$
1/4 $\frac{r}{r}\ \frac{V}{V}$	1/16 [RV] $\frac{R}{r}\ \frac{V}{V}$	1/16 [RV] $\frac{R}{r}\ \frac{V}{v}$	1/16 [rV] $\frac{r}{r}\ \frac{V}{V}$	1/16 [rV] $\frac{r}{r}\ \frac{V}{v}$
1/4 $\frac{r}{r}\ \frac{v}{v}$	1/16 [RV] $\frac{R}{r}\ \frac{V}{v}$	1/16 [Rv] $\frac{R}{r}\ \frac{v}{v}$	1/16 [rV] $\frac{r}{r}\ \frac{V}{v}$	1/16 [rv] $\frac{r}{r}\ \frac{v}{v}$

Bilan

9/16 [RV] ; 3/16 [Rv] ; 3/16 [rV] ; 1/16 [rv]

Conclusion : Les résultats théoriques sont en conformité avec les résultats expérimentaux. Les deux couples d'allèles sont donc indépendants.

• Troisième croisement

La descendance du troisième croisement (F_3) présente également 4 phénotypes différents, la F_3 est donc hétérogène.

Étude caractère par caractère

• Caractère « *aspect des graines* »

Calcul de proportions phénotypiques (**T = 1999**) :

Lisse : $\frac{496 + 507}{1999} \times 100 =$ **50,17% = 50% soit 1/2**

Ridé : $\frac{490 + 500}{1999} \times 100 =$ **49,82% = 50% soit 1/2**

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 243 27/02/2025 16:55

Le caractère « *aspect des graines* » donne une descendance F_3 en ségrégation 1/2 ; 1/2 au niveau des phénotypes.

La ségrégation 1/2, 1/2 obtenue pour le caractère « *couleur de la graine* » indique que :

- le caractère aspect de la graine est sous la dépendance d'un couple d'allèles autosomal avec dominance complète ;
- le couple d'allèles est **R/r ;**
- le croisement a été effectué entre un hétérozygote F_1 et un homozygote récessif (test-cross).

Les génotypes des individus croisés sont : $\frac{R}{r}$ et $\frac{r}{r}$

• Caractère « couleur des graines »

Calcul de proportions phénotypiques **(T = 1999)** :

Jaune : $\frac{496 + 496}{1999} \times 100 = 49{,}62\% =$ **50% soit 1/2.**

Vert : $\frac{507 + 500}{1999} \times 100 = 50{,}37\% =$ **50% soit 1/2.**

Le caractère « *couleur des graines* » donne également une descendance F_3 en ségrégation 1/2 ; 1/2 au niveau des phénotypes.

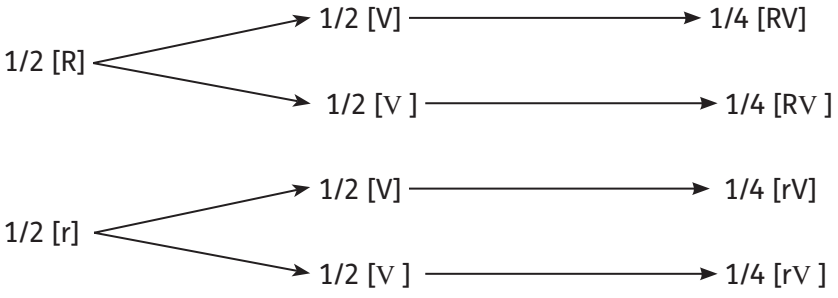
La ségrégation 1/2, 1/2 obtenue pour le caractère « couleur de la graine » indique que :

- le caractère couleur de la graine est sous la dépendance d'un couple d'allèles autosomal avec dominance complète ;
- le couple d'allèles est **V/v ;**
- le croisement a été effectué entre un hétérozygote F_1 et un homozygote récessif (test-cross).

Les génotypes des individus croisés sont : $\frac{V}{v}$ et $\frac{v}{v}$

Étude simultanée des deux caractères

Recherche de la ségrégation dans l'hypothèse d'indépendance



L'association des deux couples d'allèles R/r et V/v donne une descendance en ségrégation 1/4, 1/4, 1/4, 1/4 ou 25%, 25%, 25%, 25% au niveau des phénotypes (cas de dihybridisme).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 244 27/02/2025 16:55

Test de l'hypothèse d'indépendance

Phénotypes observés	Effectifs observés	Hypothèse d'indépendance	
		Ségrégation	Effectifs théoriques attendus
[RV]	496	1/4	1999 × 1/4 = 499,75
[RV]	507	1/4	1999 × 1/4 = 499,75
[rV]	496	1/4	1999 × 1/4 = 499,75
[rV]	500	1/4	1999 × 1/4 = 499,75
Totaux	1999	4/4	1999

Conclusion : Les effectifs théoriques attendus sont statistiquement identiques aux effectifs observés. Les deux couples d'allèles R/r et V/v sont donc indépendants.

Génotypes finaux de parents croisés : $\frac{R}{r}\frac{V}{v}$ $\frac{r}{r}\frac{v}{v}$

Interprétation chromosomique du troisième croisement

Croisement ♀ F_1 × ♂ P_2

Phénotypes : [RV] [rv]

Génotypes : $\frac{R}{r}\frac{V}{v}$ $\frac{r}{r}\frac{v}{v}$

Gamètes et proportions : 1/4 $\frac{R}{}\frac{V}{}$; 1/4 $\frac{R}{}\frac{v}{}$; 1/4 $\frac{r}{}\frac{V}{}$; 1/4 $\frac{r}{}\frac{v}{}$ 1/1 ou 100% $\frac{r}{}\frac{v}{}$

Échiquier de croisement :

Gamètes ♀ / Gamètes ♂	1/4 $\frac{R}{}\frac{V}{}$	1/4 $\frac{R}{}\frac{v}{}$	1/4 $\frac{r}{}\frac{V}{}$	1/4 $\frac{r}{}\frac{v}{}$
1/1 $\frac{r}{}\frac{v}{}$	1/4 [RV] $\frac{R}{r}\frac{V}{v}$	1/4 [Rv] $\frac{R}{r}\frac{v}{v}$	1/4 [rV] $\frac{r}{r}\frac{V}{v}$	1/4 [rv] $\frac{r}{r}\frac{v}{v}$

Bilan :

1/4 [RV]
1/4 [Rv]
1/4 [rV]
1/4 [rv]

Règles de la transmission de deux gènes indépendants

Les résultats théoriques sont conformes aux résultats expérimentaux.

La transmission simultanée de deux caractères héréditaires se fait par des paires différentes de chromosomes : on parle de deux couples d'allèles indépendants ou de deux gènes indépendants.

Les gènes indépendants sont donc des gènes situés sur des paires différentes de chromosomes. Le test-cross de dihybridisme à deux gènes indépendants engendre

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 245 27/02/2025 16:55

Synthèse

quatre (4) phénotypes dans les mêmes proportions. Ces quatre 4 phénotypes traduisent exactement les génotypes des 4 types de gamètes formés par l'individu hétérozygote F_1. Les phénotypes des individus issus d'un test-cross reflètent toujours en qualité et en quantité les génotypes des gamètes fournis par l'individu F_1. Ceci est valable aussi bien en monohybridisme qu'en dihybridisme. Si à l'issue d'un test-cross de dihybridisme, on obtient les proportions 1/4, 1/4, 1/4, 1/4 ou 25%, 25%, 25%, 25%, au niveau des phénotypes, on en déduit que les deux couples d'allèles mis en jeu sont indépendants. Dans un dihybridisme, c'est la F_2 ou le test-cross qui permet de savoir si les gènes sont indépendants ou non. Il suffit alors de réaliser le test de l'hypothèse d'indépendance et de vérifier. Les résultats théoriques attendus sont statistiquement identiques aux effectifs observés dans la descendance.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente des croisements et les caractéristiques des descendants obtenus.

Croisements réalisés	Caractéristiques de la descendance
1. Croisement entre un homozygote dominant et un homozygote récessif 2. Croisement entre deux hétérozygotes 3. Croisement entre un hétérozygote et un homozygote récessif 4. Croisement entre un hétérozygote et un homozygote dominant	a) Une descendance hétérogène, avec ségrégation de 50%. b) Une descendance homogène ayant le phénotype dominant, les individus de la descendance sont hétérozygotes. c) Une descendance hétérogène avec une ségrégation de 3/4 et 1/4. Les 3/4 de la descendance ont le phénotype dominant. d) Une descendance homogène ayant le phénotype dominant

Associe chaque croisement aux caractéristiques de sa descendance, en utilisant les chiffres et les lettres.

Activité 2 Expliquer la transmission de deux caractères gouvernés par deux gènes liés

Expérience de croisement chez le maïs

Chez le Maïs, le croisement entre plant A à grains rouges et ronds et plant B à grains blancs et déprimés a donné une descendance composée de :

- 176 grains rouges et ronds ;
- 23 grains rouges et déprimés ;
- 17 grains blancs et ronds ;
- 184 grains blancs et déprimés.

NB: Les phénotypes rouges et ronds sont dominants.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 246 27/02/2025 16:55

- Analyse les résultats.
- Interprète-les.
- Calcule la distance génétique.
- Établis la carte factorielle.
- Dégage les règles régissant la transmission de deux gènes liés.

Synthèse

Les caractères qui se manifestent dans ce croisement sont : la couleur des grains qui s'exprime sous deux phénotypes (rouges et blanc), l'aspect des grains qui s'expriment sous deux phénotypes (rond et déprimé).
Dans l'énoncé, il est signalé que le phénotype rouge domine le phénotype blanc qui est récessif et que le phénotype rond domine le phénotype déprimé.
Choix des symboles :

Blanc : **b** Rouge : **B**
Déprimé : **d** Rond : **D**

Étude caractère par caractère

• Couleur des grains

Calcul de proportions phénotypiques :

Rouge : $\frac{176 + 23}{400} \times 100 = 0{,}4975$ soit **50% ou 1/2.**

Blanc : $\frac{184 + 17}{400} \times 100 = 0{,}5025$ soit **50% ou 1/2.**

On obtient une descendance en ségrégation 1/2 , 1/2 au niveau des phénotypes.
La ségrégation 1/2, 1/2 au niveau des phénotypes indique que :
- le caractère couleur des grains est sous la dépendance d'un couple d'allèles :
- le couple d'allèles est B/b ;
- le croisement est réalisé entre un hétérozygote F_1 de génotype $\frac{B}{b}$ et un individu homozygote récessif de génotype $\frac{b}{b}$ (il s'agit d'un test cross).

Les génotypes des individus croisés sont : $\frac{B}{b}$ et $\frac{b}{b}$.

• La forme des grains

Calcul de proportions phénotypiques :

Rond $\frac{176 + 17}{400} \times 100 = 48{,}25$ soit **50% ou 1/2**.

Déprimé : $\frac{184 + 23}{400} \times 100 = 51{,}75$ soit **50% ou 1/2.**

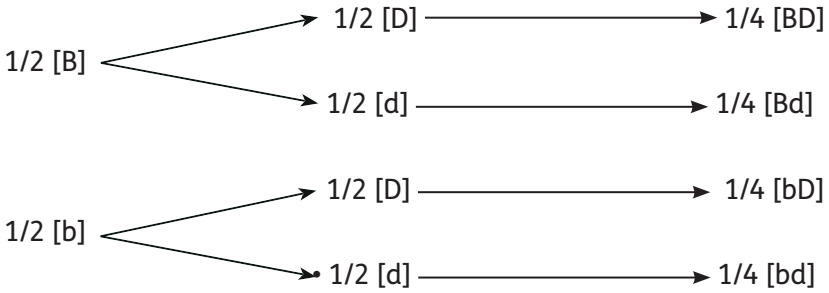
On obtient une descendance en ségrégation 1/2, 1/2 au niveau des phénotypes.
La ségrégation 1/2, 1/2 au niveau des phénotypes indique que :
- le caractère forme des grains est sous la dépendance d'un couple d'allèles ;
- le couple d'allèles est **D/d** ;
- le croisement a été effectué entre un hétérozygote F_1 de génotype $\frac{D}{d}$ et un individu homozygote récessif de génotype $\frac{d}{d}$.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 247 27/02/2025 16:55

Les génotypes des individus croisés sont : $\frac{D}{d}$ et $\frac{d}{d}$.

Étude simultanée des deux caractères

Recherche de la ségrégation dans l'hypothèse d'indépendance



L'association des deux couples d'allèles B/b et D/d donne une descendance en ségrégation 1/4, 1/4, 1/4, 1/4 ou 25%, 25%, 25%, 25% au niveau des phénotypes (cas de dihybridisme).

Test de l'hypothèse d'indépendance

Phénotypes observés	Effectifs observés	Hypothèse d'indépendance	
		Ségrégations	Effectifs théoriques attendus
[BD]	176	1/4	400 × 1/4 = 100
[Bd]	23	1/4	400 × 1/4 = 100
[bD]	17	1/4	400 × 1/4 = 100
[bd]	184	1/4	400 × 1/4 = 100
Totaux	400	4/4	400

Bilan :

Les effectifs observés sont statistiquement différents des effectifs théoriques attendus : on en déduit que les deux gènes ne sont pas indépendants ; ils sont donc liés . Les génotypes des parents sont $\frac{bd}{bd}$ (pour l'individu blanc déprimé) $\frac{BD}{bd}$ ou $\frac{Bd}{bD}$ (pour l'individu rouge et rond).

Le croisement effectué étant un test-cross, les phénotypes des individus obtenus reflètent en qualité et en quantité les gamètes produits par l'individu F_1.

(Hétérozygote)

[BD] : 176>100 donc $\frac{BD}{}$ Gamète parental (majoritaire)
[bd] : 184>100 donc $\frac{bd}{}$ Gamète parental (majoritaire)
[Bd] : 23<100 donc $\frac{Bd}{}$ Gamète recombiné (majoritaire)
[bD] : 17<100 donc $\frac{bD}{}$ Gamète recombiné (majoritaire)

La distance génétique se calcule en additionnant les pourcentages de recombinaison ;

$\frac{(23+17) \times 100}{400} = \frac{40 + 100}{400}$ =10% de recombinaison = 10 CM = 10 UR.

Étant donné que $\frac{bd}{}$ est un gamète parental, l'individu double hétérozygote ne peut qu'avoir un seul génotype qui est le suivant : $\frac{BD}{bd}$ (les allèles sont en position CIS).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 248 27/02/2025 16:55

Les règles régissant la transmission de deux gènes indépendants dans le cas d'une dominance complète

Descendances	Ségrégations	Interprétations
F_1	100% homogène	- Parents de race pure ou lignée pure. - Les allèles dominants ont le phénotype des individus de la F_1. - Gènes portés par les autosomes.
F_2	- Proportion des différents phénotypes pour chaque caractère 3/4 ; et 1/4. - Proportion des différents phénotypes pour deux caractères 9/16 ; 3/16 ; 3/16 ; 1/16.	- Deux caractères gouvernés chacun par un couple d'allèles. - Deux caractères indépendants.
Test-cross	Ségrégation dans les proportions 1/4 ; 1/4 ; 1/4 ; 1/4.	Caractères sous la dépendance de deux couples d'allèles indépendants.

Les règles régissant la transmission de deux gènes liés dans le cas d'une dominance complète.

Descendances	Ségrégations	Interprétations
F_1	- 100% homogène - Hétérogène quand on change le sens du croisement	- parents croisés sont de race pure. - Gènes portés par les autosomes. - Parents croisés de race pure. - Gènes portés par un chromosome sexuel.
F_2	- Hétérogène pour chaque caractère dans les proportions 3/4 ; 1/4. - Hétérogène pour les deux caractères dans les proportions différentes de 9/16 ; 3/16 ; 3/16 ; 1/16.	- Les deux caractères sont gouvernés chacun par un couple d'allèles. - Les deux couples d'allèles sont liés. - Deux phénotypes majoritaires ou parentaux. - Deux phénotypes minoritaires ou recombinés.
Test-cross	Ségrégation différente des proportions 1/4 ; 1/4 ; 1/4 ; 1/4.	Les caractères étudiés sont sous la dépendance de deux couples d'allèles liés.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 249 27/02/2025 16:55

Exercice de fixation

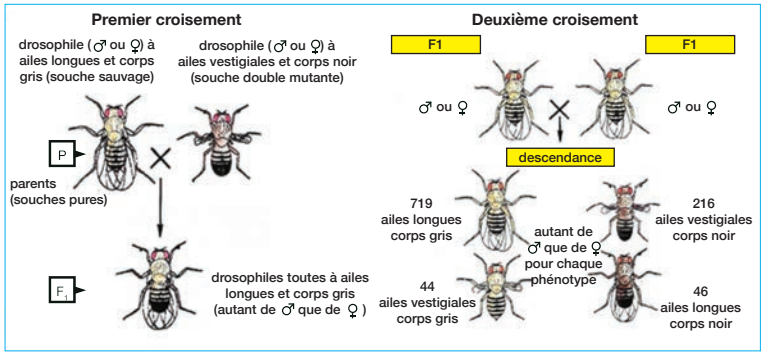
Les activités suivantes relatives à l'étude des croisements prenant en compte deux caractères héréditaires sont placées dans le désordre : *étude simultanée des deux caractères ; écriture des génotypes partiels des parents ; recherche de la ségrégation théorique pour deux gènes indépendants ; détermination de dominance ou non au niveau de chaque gène ; test de l'hypothèse de l'indépendance des gènes ; choix des symboles ; écriture des génotypes définitifs des parents du croisement ; calcul de la distance génétique ; étude caractère par caractère.*

Range ces étapes dans l'ordre de leur déroulement, en les recopiant.

APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

Au cours de la régulation de la leçon sur le dihybridisme, votre professeur des SVT met à la disposition de chaque groupe de travail les résultats d'expériences ci-dessous réalisés avec la drosophile. La drosophile est une mouche présentant à l'état sauvage des caractères connus comme des yeux rouges, des ailes longues.
Il demande à chaque groupe d'exploiter les résultats de chaque expérience réalisée.



Tu es choisi(e) par votre professeur pour conduire et présenter les résultats de vos travaux.

1. Relève les caractères étudiés dans ces croisements.
2. Analyse les résultats de chaque croisement.
3. Explique les résultats de ces croisements.

Corrigé

1. Les caractères étudiés dans ces croisements :

- le caractère couleur du corps avec deux phénotypes : le phénotype corps gris et le phénotype corps noir ;
- le caractère aspect des ailes avec deux phénotypes : le phénotype ailes longues et le phénotype ailes vestigiales.

Méthode

Bien observer les drosophiles (mouches).
Identifier les différences entre ces mouches.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 250 27/02/2025 16:55

2. Analyse des résultats de chaque croisement.

- **Premier croisement :** drosophile à ailes longues et corps gris X drosophile à ailes vestigiales et corps noir

La descendance obtenue est constituée de drosophiles à ailes longues et corps gris. La descendance est homogène pour les deux caractères.

Relever la répartition des phénotypes dans la descendance de chaque croisement.

Quand la descendance est hétérogène, il faut procéder à une analyse caractère par caractère, en calculant les proportions des phénotypes.

- **Deuxième croisement :** croisement entre drosophiles de la première génération (drosophiles à ailes longues et corps gris)

Analyse caractère par caractère :

Couleur du corps

Calcul de la ségrégation des phénotypes :

Gris : $\frac{719 + 44}{1025} \times 100 = 74{,}44\%$ soit 75% ou 3/4.

Noir : $\frac{216 + 46}{1025} \times 100 = 25{,}56\%$ soit 25% ou 1/4.

La descendance de ce croisement présente une ségrégation 75% ; 25% ou 3/4 ; 1/4 au niveau de ces phénotypes

Aspect des ailes

Calcul de la ségrégation des phénotypes :

Long : $\frac{719 + 46}{1025} \times 100 = 74{,}63\%$ soit 75% ou 3/4.

Vestigial : $\frac{216 + 44}{1025} \times 100 = 25{,}37\%$ soit 25% ou 1/4.

La descendance de ce croisement présente une ségrégation 75% ; 25% ou 3/4 ; 1/4 au niveau de ces phénotypes.

3. Explication des résultats de ces croisements.

Premier croisement

L'homogénéité de la descendance du premier croisement (F_1) montre que les parents croisés (ailes longues et corps gris et ailes vestigiales et corps noir) sont de lignées pures c'est-à-dire des homozygotes pour les deux caractères. Les phénotypes long et gris qui s'expriment à la F_1 sont dominants ; les phénotypes vestigial et noir sont récessifs.

Donner le sens aux ségrégations obtenues au niveau de chaque caractère.

Écrire les génotypes partiels des parents croisés au niveau de chaque caractère.

Comparer la ségrégation théorique à la ségrégation observée.

Choisir la méthode appropriée pour calculer la distance génétique.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 251 27/02/2025 16:55

Deuxième croisement

Caractère couleur du corps

La ségrégation 3/4, 1/4 obtenue, pour le caractère « couleur du corps », indique que :

- le caractère « couleur du corps » est sous la dépendance d'un couple d'allèles avec dominance complète ;
- les individus croisés sont des hétérozygotes ;
- le phénotype gris qui s'exprime à la fréquence 3/4 est dominant ;
- le phénotype noir qui s'exprime à la fréquence 1/4 est récessif.

Choix des symboles :

Noir : n

Gris : n^+

Le couple d'allèles est : **n^+/n**.

Les génotypes des drosophiles croisées sont : $\frac{n^+}{n}$ et $\frac{n^+}{n}$.

Caractère aspect des ailes

La ségrégation 3/4, 1/4 obtenue, pour le caractère « aspect des ailes », indique que :

- le caractère « longueur des ailes » est sous la dépendance d'un couple d'allèles avec dominance ;
- les individus croisés sont des hétérozygotes ;
- le phénotype long qui s'exprime à la fréquence 3/4 est dominant ;
- le phénotype vestigial qui s'exprime à la fréquence 1/4 est récessif.

Choix des symboles :

Vestigial : vg

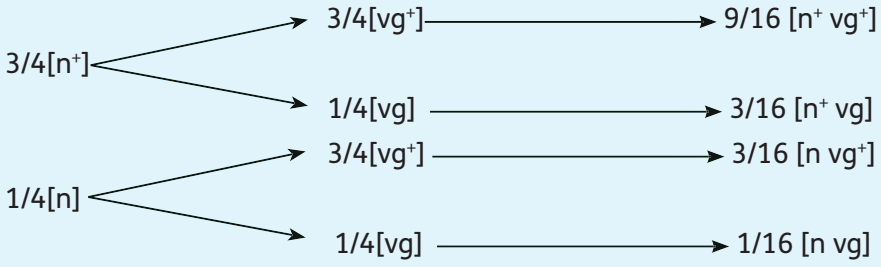
Long : vg^+

Le couple d'allèles est : **vg^+/vg**.

Les génotypes des drosophiles croisées sont : $\frac{vg^+}{vg}$ et $\frac{vg^+}{vg}$.

Prise en compte simultanée des deux caractères

Recherche de la ségrégation dans l'hypothèse d'indépendance



Test de l'hypothèse d'indépendance

Phénotypes Observés	Effectifs observés	Hypothèse d'indépendance	
		Ségrégation	Effectifs théoriques attendus
[n^+ vg^+]	719	9/16	1025 x 9/16 = 576.56
[n^+ vg]	44	3/16	1025 x 3/16 = 192.18
[n vg^+]	46	3/16	1025 x 3/16 = 192.18
[n vg]	216	1/16	1025 x 1/16 = 64.06
Totaux	1025	16/16	1025

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 252 27/02/2025 16:55

Les effectifs observés sont statistiquement différents des effectifs théoriques attendus ; les deux couples d'allèles mis en jeu ne sont pas indépendants, ils sont donc liés ou portés par une même paire de chromosomes homologues.

Recherche des génotypes des parents

Détermination de la position CIS ou TRANS des allèles

En comparant l'effectif observé de [nvg] (216) à son effectif théorique (64,06), on constate que l'effectif observé est supérieur à l'effectif théorique attendu. Le gamète $\frac{n\ vg}{}$ est donc de type parental. Les allèles de l'individu double hétérozygote de phénotype [n^+ vg^+] sont en position CIS.

Les génotypes des parents croisés sont : $\frac{n^+\ vg^+}{n\ vg}$ et $\frac{n^+\ vg^+}{n\ vg}$.

Calcul de la distance génétique

L'individu double homozygote de génotype $\frac{n\ vg}{n\ vg}$ a pour fréquence théorique $\left[\frac{1-p}{2}\right]\times\frac{1}{2}$

p étant la fréquence de recombinaison.

Cette fréquence théorique du double homozygote récessif se justifie comme suit :

Phénotypes : ♀ [n^+vg^+] × ♂ [n^+vg^+]

Génotypes : $\frac{n^+\ vg^+}{n\ vg}$ $\frac{n^+\ vg^+}{n\ vg}$

Gamètes :

$\left[\frac{1-p}{2}\right]$ $\frac{n^+\ vg^+}{}$ gamètes parentaux

$\left[\frac{1-p}{2}\right]$ $\frac{n\ vg}{}$

$\frac{p}{2}$ $\frac{n^+\ vg}{}$ gamètes recombinés

$\frac{p}{2}$ $\frac{n\ vg^+}{}$

Pas de crossing-over chez le mâle de la drosophile
donc pas de gamètes recombinés (p = 0).

Fréquence observée de [n vg] = Fréquence théorique de [n vg].

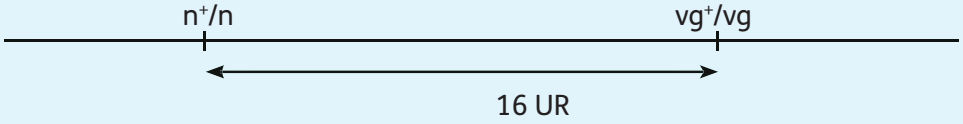
$$\left[\frac{1-p}{2}\right]\times\frac{1}{2}=\frac{216}{1025}\longrightarrow p = 0{,}157$$

La valeur de p multipliée par 100 donne la valeur de la distance génétique :

Distance génétique (d.g) = p x 100 ⟶ d.g = 0,157 x 100 ≈ 16 % de recombinaison
= 16 CM (Centimorgan)
= 16 UR (Unité de recombinaison)

Carte factorielle

C'est la représentation des gènes sur le chromosome.



SVT Terminale Manuel 27022025.indd 253 27/02/2025 16:55

Exercice 2

Au cours de la préparation d'un devoir de niveau sur la transmission simultanée de deux caractères héréditaires, des membres de ton groupe de travail découvrent, sur internet, des expériences réalisées chez des souris.

Dans un premier temps, l'expérimentateur croise des souris de races pures, l'une de type sauvage (pelage gris régulier et poils normaux) et l'autre présentant les deux mutations (pelage piebald taché de blanc et hairless). Il obtient une descendance F_1 composée de souris à pelage régulier et normal.

Dans un deuxième temps, l'expérimentateur croise une souris F_1 avec un individu de race pure piebald et hairless et obtient :

88 souris à pelage régulier et normal (sauvage).

77 souris à pelage piebald et hairless.

10 souris à pelage régulier et hairless.

8 souris à pelage piebald et normal.

Éprouvant des difficultés à exploiter ces résultats, ils te sollicitent.

1. Relève les caractères mis en jeu dans ces expériences.
2. Identifie les phénotypes dominants et récessifs.
3. Détermine pour chaque caractère le couple d'allèle qui le gouverne.
4. Établis la relation qui existe entre les deux couples d'allèles.

Corrigé

1. Les caractères mis en jeu dans ces expériences :

- Le caractère couleur du pelage avec deux phénotypes : le phénotype régulier et le phénotype piebald.
- Le caractère aspect des poils avec deux phénotypes : le phénotype normal et le phénotype hairless.

2. Détermination du phénotype dominant/ récessif.

Le croisement de souris sauvages (pelage gris régulier et poils normaux) et de souris mutantes (pelage piebald taché de blanc et hairless) donne une descendance homogène (pelage régulier et normal).

Cette homogénéité de la descendance du premier croisement (F_1) montre que les parents croisés (pelage gris régulier et poils normaux et pelage piebald taché de blanc et hairless) sont de lignées pures c'est-à-dire des homozygotes pour les deux caractères. Les phénotypes pelage gris régulier et poils normaux qui s'expriment à la F_1 sont dominants ; les phénotypes pelage piebald taché de blanc et hairless sont récessifs.

Choix des symboles :

- Couleur du pelage : Piebalde : p ; Régulier : p^+
- Aspect des poils Hairless : h Normal : h^+

Méthode

Lire attentivement l'énoncé

Relever les différents phénotypes selon les caractères.

S'appuyer sur les résultats du premier croisement pour déterminer la dominance et la récessivité : les phénotypes qui s'expriment sont ceux qui dominent.

Connaître le processus de la fécondation et le devenir de l'ovule fécondé.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 254 27/02/2025 16:55

3. Détermination du couple d'allèles pour chaque caractère.

Étude caractère par caractère :

Couleur du pelage

Calcul de la ségrégation des phénotypes.

Régulier : $\frac{88 + 10}{183} \times 100 = 53{,}55\%$ soit 50% ou 1/2.

Piebald : $\frac{77 + 8}{183} \times 100 = 46{,}44\%$ soit 50% ou 1/2.

Calculer les différentes ségrégations à partir du total des proportions des différents phénotypes.

Dégager les implications de ces proportions.

La descendance de ce croisement présente une ségrégation 50 % ; 50% ou 1/2 1/2 au niveau de ces phénotypes.

La ségrégation 1/2 ; 1/2 obtenue, pour le caractère « couleur du pelage », indique que :

- le croisement est un test cross.
- le caractère « couleur du pelage » est sous la dépendance d'un couple d'allèles avec dominance complète.

Le couple d'allèles est : p^+ / p.

Aspect des poils

Normal : $\frac{88 + 8}{183} \times 100 = 52{,}45\%$ soit 50% ou 1/2.

Hairless : $\frac{77 + 10}{183} \times 100 = 47{,}54\%$ soit 50% ou 1/2.

La descendance de ce croisement présente une ségrégation 50 % ; 50% ou 1/2 1/2 au niveau de ces phénotypes.

La ségrégation 1/2 ; 1/2 obtenue, pour le caractère « aspect des poils », indique que :

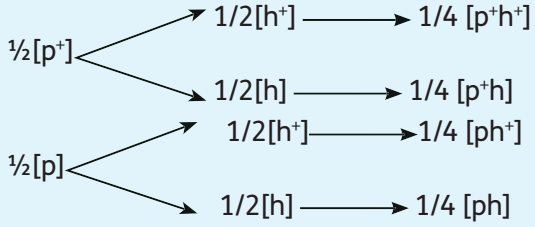
- le croisement est un test cross ;
- le caractère « aspect des poils » est sous la dépendance d'un couple d'allèles avec dominance complète.

Le couple d'allèles est : h^+ / h.

4. Établissement de la relation entre les deux couples d'allèles.

Prise en compte simultanée des deux caractères.

Recherche de la ségrégation dans l'hypothèse d'indépendance.



Déterminer les ségrégations théoriques.

Comparer la ségrégation théorique à la ségrégation observée.

Tirer la conclusion.

Test de l'hypothèse d'indépendance

Phénotypes observés	Effectifs observés	Hypothèse d'indépendance	
		Ségrégation	Effectifs théoriques attendus
[p⁺h⁺]	88	1/4	183 × 1/4 = 45,75
[p⁺h]	10	1/4	183 × 1/4 = 45,75
[ph⁺]	8	1/4	183 × 1/4 = 45,75
[ph]	77	1/4	183 × 1/4 = 45,75
Totaux	183	4/4	183

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 255 27/02/2025 16:55

Les effectifs observés sont statistiquement différents des effectifs théoriques attendus ; les deux couples d'allèles mis en jeu ne sont pas indépendants, ils sont donc liés ou portés par une même paire de chromosomes homologues.

Résumé de cours

Le **dihybridisme** est l'étude de la transmission simultanée de deux caractères héréditaires.
Le **dihybridisme** est basé sur la maîtrise des lois de la transmission d'un caractère héréditaire (monohybridisme) :
- la loi de l'uniformité des hybrides de la première génération (tous les hybrides F_1 sont semblables les uns aux autres) ;
- la loi de ségrégation (ou disjonction) en F_2 : F_2 avec une ségrégation 3/4, 1/4 (cas de dominance complète) ; F_2 avec une ségrégation 1/4, 1/2, 1/4 (cas de codominance) et F_2 avec une ségrégation 1/2, 1/2 (test-cross).

Le choix des symboles, l'écriture des génotypes se font lors de l'étude caractère par caractère.
Pour savoir si les deux gènes qui gouvernent les deux caractères étudiés sont indépendants ou non, il faut d'abord déterminer la ségrégation théorique en cas de gènes indépendants, par le système branché :

- dans le cas d'une F_2 présentant la ségrégation 3/4, 1/4 pour chaque caractère, on obtient : 9/16, 3/16, 3/16, 1/16 ou 56,25%, 18,75%, 18,75%, 6,25% ;
- dans le cas d'un double test-cross, on obtient : 1/4, 1/4, 1/4, 1/4.

On obtient d'autres ségrégations théoriques selon les croisements réalisés.
Il faut ensuite confronter les résultats théoriques attendus aux résultats observés du croisement à travers le tableau du test d'hypothèse d'indépendance et déduire la relation entre les gènes impliqués : lorsque les effectifs observés sont statistiquement identiques aux effectifs théoriques attendus, on en déduit que les **gènes sont indépendants** : ils sont situés sur des chromosomes différents et lorsque les effectifs observés sont différents des effectifs théoriques attendus, on en déduit que les **gènes sont liés** : ils sont situés sur le même chromosome.
Dans le cas de gènes liés, la comparaison de l'effectif observé des individus doubles récessif à leur effectif théorique attendu permet de déterminer la position cis ou trans des gènes.
Quand l'effectif observé est supérieur ou égal à l'effectif théorique attendu, on en déduit que les gènes sont en position cis (les allèles dominants sont sur le même chromosome et les allèles récessifs sont sur l'autre chromosome homologue) : $\frac{A\ B}{a\ b}$

Quand l'effectif observé est inférieur à l'effectif théorique attendu, on en déduit que les gènes sont en position trans (un allèle dominant et un allèle récessif sont sur le même chromosome) :
Les individus doubles récessifs sont obtenus dans ce cas à l'issue d'un crossing-over, d'où leur effectif réduit.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 256 27/02/2025 16:55

Il faut calculer la distance génétique qui est égale au pourcentage des gamètes recombinés puis établir la carte factorielle. Le calcul de la distance génétique se fait selon les cas.

- En cas de test-cross, les fréquences et les phénotypes des individus de la descendance sont les mêmes que les fréquences et les génotypes des gamètes produits par l'individu double hétérozygote. Dans ce cas, le pourcentage des individus recombinés est égal à la distance génétique (les individus recombinés sont toujours minoritaires). $\frac{A\ B}{a\ b}$

$$\mathbf{dg = \frac{\text{Somme des effectifs des phénotypes minoritaires}}{\text{Effectifs Total}} \times 100}$$

- En cas de F_2, la fréquence des individus doubles récessifs sera utilisée pour calculer la distance génétique. Pour cela, il est impératif de savoir s'ils sont parentaux ou recombinés et d'utiliser l'équation suivante :

Fréquence observée de [ab] = Fréquence théorique de [ab]

Soit p la fréquence de recombinaison :

Si les allèles sont en position cis :

- les gamètes parentaux $\frac{A\ B}{}$ et $\frac{a\ b}{}$ ont pour fréquence : $\frac{1-p}{2}$;

- les gamètes recombinés $\frac{A\ b}{}$ et $\frac{a\ B}{}$ ont pour fréquence : $\frac{p}{2}$;

La fréquence théorique des individus doubles récessifs sera : $\left[\frac{1-p}{2}\right] \times \left[\frac{1-p}{2}\right]$;

Si les allèles sont en position trans :

- les gamètes parentaux $\frac{A\ b}{}$ et $\frac{a\ B}{}$ ont pour fréquence : $\frac{1-p}{2}$;

- les gamètes recombinés $\frac{A\ B}{}$ et $\frac{a\ b}{}$ ont pour fréquence : $\frac{p}{2}$;

- la fréquence théorique des individus doubles récessifs sera : $\frac{p}{2} \times \frac{p}{2}$.

On tire **p** (fréquence des gamètes recombinés) dans l'équation, qu'on traduit en pourcentage pour obtenir la distance génétique (**dg = p x 100**).

La technique **d'hybridation** permettant d'obtenir des hybrides consiste à croiser des individus de la même espèce. Les croisements successifs suivis de sélection permettent d'isoler des individus plus performants par rapport à un caractère donné.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 257 27/02/2025 16:55

Exercices

Exercices de renforcement

Exercice 1

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la transmission des caractères.

1. Le génotype est la combinaison allélique d'un individu.
2. Le phénotype est l'aspect observable ou visible du caractère d'un individu.
3. La récessivité est la relation entre deux allèles d'un même gène dont l'un s'exprime et l'autre est masqué.
4. La codominance est la relation entre deux allèles d'un même gène dont l'un ne s'exprime pas.
5. La dominance est la relation entre deux allèles d'un même gène qui s'expriment en même temps.

Relève les affirmations justes en utilisant les chiffres.

Exercice 2

Les propositions ci-dessous sont relatives à la transmission de deux caractères héréditaires.

a) Les gènes indépendants sont portés par la même paire de chromosome.
b) La distance génétique est la distance entre les gènes situés sur deux paires de chromosomes.
c) Les proportions obtenues à la F_2 dans un dihybridisme à gènes liés sont 1/4, 1/4, 1/4, 1/4.
d) La distance génétique est la distance qui sépare deux chromosomes.
e) Le croisement test cross se fait entre un individu hétérozygote et un homozygote récessif.

Écris "Vrai" ou "Faux" pour chaque affirmation, en utilisant les lettres.

Exercice 3

Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte au croisement entre des plants à grains lisses et jaunes avec des plants à grains ridés et verts.

Dans ce croisement, les caractères étudiés sont ...1... et ...2... . Les phénotypes de chaque caractère sont respectivement ...3... et ...4... . La descendance de ce croisement est ...5... . Les phénotypes dominants sont ...6... et les phénotypes récessifs sont ...7... .

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots qui conviennent, en utilisant les chiffres.

Exercice 4

Le tableau suivant contient les descendances et différentes interprétations.

Descendances	Ségrégations	Interprétations
F_1		Parents de race pure ou lignée pure. - Le phénotype dominant est celui des individus de la F_1. - Gènes portés par les autosomes.
F_2		Deux caractères gouvernés chacun par un couple d'allèles - Deux caractères indépendants
Test-cross		Caractères sous la dépendance de deux couples d'allèles indépendants

Complète le tableau après l'avoir reproduit, en donnant les ségrégations qui conviennent.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 258 27/02/2025 16:55

Exercice 5

Le texte ci-dessous et les mots ou groupe de mots suivants sont relatifs à la transmission de deux caractères héréditaires : gènes indépendants ; individu hybride ; l'hypothèse d'indépendance ; gènes liés ; quatre phénotypes.

La transmission simultanée de deux caractères héréditaires se fait soit par des paires différentes de chromosomes : on parle de deux ...1..., soit par la même paire de chromosome : on parle de ...2... . Le test-cross de dihybridisme à deux gènes indépendants engendre ...3... dans les mêmes proportions. Ces 4 phénotypes traduisent exactement les génotypes des 4 types de gamètes formés par l'...4... . Dans un dihybridisme, c'est la F_2 ou le test-cross qui permet de savoir si les gènes sont indépendants ou non. Il suffit alors de réaliser le test de ...5... et de le vérifier.

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots, en utilisant les chiffres.

Exercices d'approfondissement

Exercice 1

Dans le cadre de la préparation du baccalauréat, votre professeur des SVT vous propose les croisements ci-dessous relatifs au mode de transmission des caractères « *couleur du corps* » et « *longueur des ailes* » chez la drosophile.

Premier croisement :

On croise une drosophile de souche sauvage à corps gris et aux ailes longues avec une drosophile de souche mutante à corps noir et aux ailes vestigiales.

Toutes les drosophiles de la F_1 ont un corps gris et des ailes longues.

Deuxième croisement :

On croise une femelle de la F_1 avec un mâle à corps noir et aux ailes vestigiales

On dénombre :

- 421 drosophiles à corps gris et aux ailes longues.
- 78 drosophiles à corps gris et aux ailes vestigiales.
- 79 drosophiles à corps noir et aux ailes longues.
- 422 drosophiles à corps noir et aux ailes vestigiales.

Troisième croisement :

On croise une femelle de la F_1 avec un mâle de la F_1.

On obtient :

- 719 drosophiles à corps gris et aux ailes longues.
- 44 drosophiles à corps gris et aux ailes vestigiales.
- 46 drosophiles à corps noir et aux ailes longues.
- 216 drosophiles à corps noir et aux ailes vestigiales.

Tu es désigné(e) par le professeur pour aider tes camarades à exploiter ces résultats.

1. Analyse ces croisements.
2. Interprète ces croisements.
3. Écris le génotype des croisements.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 259 27/02/2025 16:55

Exercices

Exercice 2

Pour préparer le devoir de génétique sur le dihybridisme, un de tes camarades de classe effectue des recherches. Il trouve dans un livre les informations ci-dessous relatives aux grains de maïs :

« Les grains rouges sont dominants par rapport aux grains blancs. Les grains ronds sont dominants par rapport aux grains déprimés. Le croisement de grains de maïs donne des plants avec des épis portant des grains dans les proportions suivantes :

- 2450 grains rouges et déprimés.
- 608 grains blancs et déprimés.
- 790 grains rouges et ronds.
- 2400 grains blancs et ronds. »

Il te sollicite pour préparer le devoir ensemble en exploitant ces résultats.

1. Analyse les résultats du croisement.
2. Interprète-les.
3. Écris le génotype des grains croisés.
4. Calcule la distance génétique.

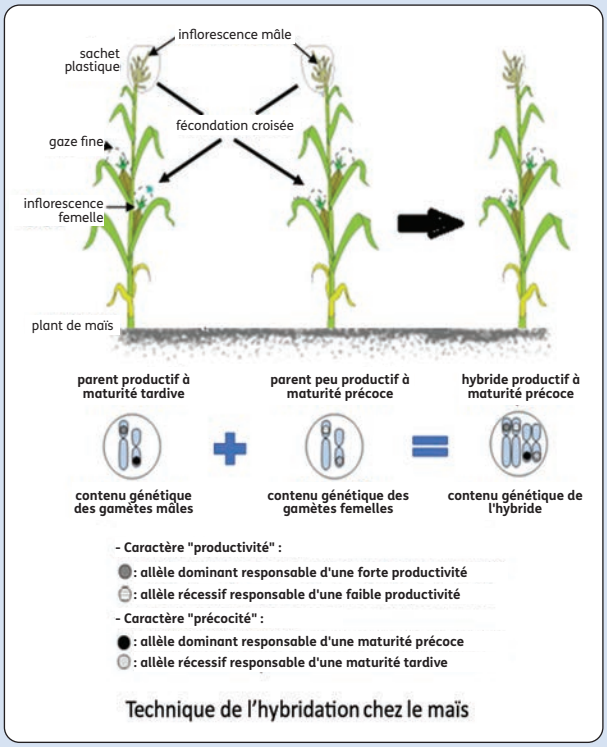
Approfondis tes connaissances

Hybridation chez les plantes (maïs)

La mise à disposition du progrès génétique aux agriculteurs est le résultat du travail de l'ensemble de la filière semences de maïs qui s'est développée ces dernières années.

Ce domaine de haute technologie est bien avancé grâce aux sélectionneurs et aux entreprises semencières qui ont su prolonger les travaux des Instituts de recherche, en investissant dans ces Instituts de production.

L'objectif des sélectionneurs est simple : améliorer les performances des nouvelles variétés pour l'agriculteur, en se basant sur le patrimoine génétique des variétés existantes. Cela nécessite environ 8 à 10 ans entre la création de la variété par le sélectionneur et son arrivée chez l'agriculteur. Il est donc très important d'anticiper les besoins et les attentes techniques des agriculteurs, des industries de transformation et de la société pour orienter les programmes de sélection.



Technique de l'hybridation chez le maïs

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 260 27/02/2025 16:55

Approfondis tes connaissances

Les premiers essais de nouvelles variétés sont d'abord réalisés sur un nombre limité de sites au sein d'un réseau de micro-parcelles. Seule une petite partie des variétés est conservée pour être testée plusieurs années dans un réseau plus vaste. Les expérimentations sont réalisées dans des environnements très différents : diversité de climats, de types de sol, de potentiels agronomiques et de pratiques agricoles. Ceci permet aux entreprises de sélection de proposer les variétés uniquement dans les conditions d'environnement où elles donneront le meilleur d'elles-mêmes. Le testage des variétés se fait aussi sur des grandes parcelles pour s'approcher le plus possible des conditions de culture des agriculteurs. En effet, les résultats en petites parcelles ne sont pas toujours confirmés sur les grandes parcelles des agriculteurs. À la fin des tests, seules quelques variétés seront finalement inscrites au Catalogue officiel pour être commercialisées.
Ces dernières années, les méthodes de travail des sélectionneurs ont évolué : la précision des essais est devenue meilleure, l'informatique permet de traiter rapidement des quantités considérables d'informations, les budgets consacrés à la recherche sont très importants (plus de 100 millions d'euros par an).

MÉTHODE DE SÉLECTION

La première étape consiste à créer des lignées pures et stables qui seront les futurs parents de l'hybride. Les semences obtenues à partir des lignées parentales sont appelées **semences de base**. La création de lignées pures est un passage obligé pour la création de variétés hybrides exprimant l'effet d'hétérosis.
Le maïs est une plante monoïque, c'est-à-dire que chaque pied possède des fleurs mâles (la panicule au sommet de la plante) et des fleurs femelles situées à l'aisselle d'une feuille médiane (rarement deux). Mais pour chaque plante, il y a un décalage de maturité (de quelques jours) entre le pollen de la panicule et les épis femelles. La plante de maïs n'est donc pas préférentiellement autogame (fécondation entre les sexes d'une même plante). Elle est allogame, c'est-à-dire qu'elle se reproduit essentiellement grâce à des fécondations croisées entre les plantes.
Pour obtenir des lignées parentales, le sélectionneur doit forcer artificiellement, pendant plusieurs générations, les plantes à recevoir leur propre pollen, tout en évitant l'arrivée de pollens étrangers. Les fleurs femelles de chaque plante que l'on désire autoféconder sont ensachées. Le pollen est recueilli à partir de la panicule de la plante et déposé sur les soies des fleurs femelles de la même plante. À chaque génération, seules les plantes avec les caractères les plus intéressants sont retenues. Une lignée pure produit du pollen en quantité plus faible qu'un hybride, et demande une attention particulière car elle est plus fragile et plus délicate à cultiver qu'un hybride de faible vigueur.
Chez les plantes allogames comme le maïs, il n'y a pas de forte corrélation entre la valeur des lignées et celle des hybrides qu'elles peuvent donner. Le sélectionneur recherche donc parmi les lignées parentales en cours de création celles qui donnent les meilleurs hybrides. Ce choix des lignées parentales par croisement, appelé test d'aptitude à la combinaison, vise à créer une

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 261 27/02/2025 16:55

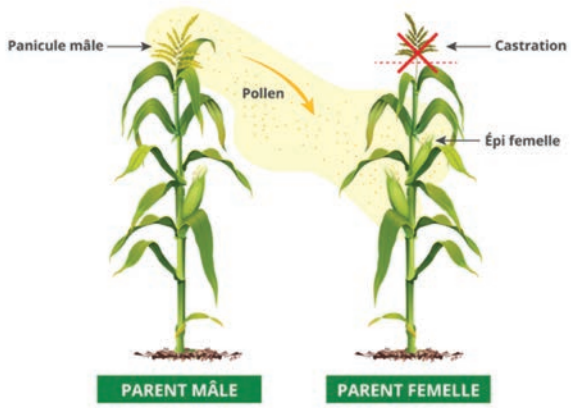
variété hybride conforme aux objectifs du sélectionneur. C'est l'une des étapes les plus importantes de la sélection des variétés hybrides.

Lors de la deuxième étape, le sélectionneur croise les lignées parentales sélectionnées pour obtenir des hybrides dits expérimentaux, qui seront testés dans plusieurs stations avec des conditions pédoclimatiques différentes. Les hybrides les plus performants exprimant le maximum d'effet d'hétérosis seront retenus.

Pour la production de ces hybrides expérimentaux, qui se fait en isolement (plusieurs lignées femelles et une lignée pollinisatrice), la lignée pure qui sert de géniteur femelle est préalablement castrée, avant l'émission de pollen par la lignée mâle retenue. Les fleurs femelles seront fécondées par le pollen de la lignée pure choisie comme géniteur mâle. Après évaluation des hybrides produits, la meilleure combinaison sera retenue.

La production de semences de cet hybride peut alors commencer chez un agriculteur-multiplicateur. Ce dernier reçoit les semences de base des lignées parentales en vue d'obtenir un hybride commercial qui pourra être déposé pour inscription au Catalogue officiel des variétés.

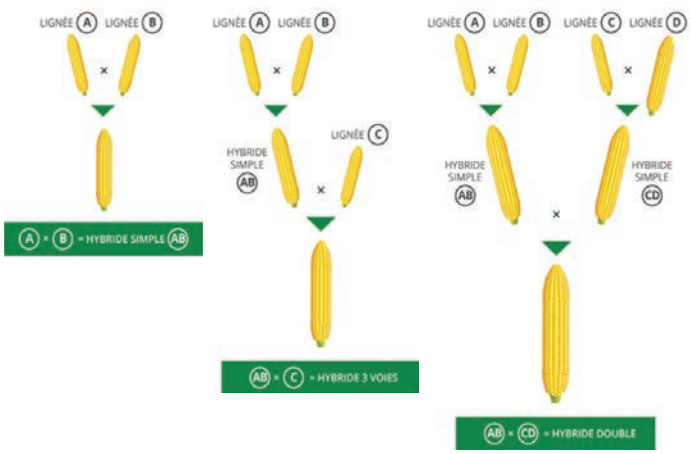
Hydratation et fécondation croisée



L'hybride trois voies résulte du croisement entre un hybride simple et une lignée pure. Dans ce cas, l'hybride simple est généralement choisi comme parent femelle pour avoir une production de semences plus importante. L'hybride 3 voies a une base génétique plus large que celle d'un hybride simple, ce qui peut apporter une plus grande stabilité, mais aux dépens de l'homogénéité.

Le croisement de deux hybrides simples donne un hybride double, moins performant et plus hétérogène que l'hybride simple et l'hybride trois voies. Les hybrides doubles sont très peu commercialisés aujourd'hui.

Les différents types d'hybrides



semae-pedagogie.org

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 262 27/02/2025 16:55

Thème 6

LE MILIEU INTÉRIEUR

Leçon

Le maintien de la constance du milieu intérieur

Situation d'apprentissage

Un groupe d'élèves en classe de Terminale D décide d'étudier chez l'un de leur camarade dont la mère est infirmière spécialiste en néphrologie. Au cours de la préparation d'un devoir de niveau, une élève ressent un violent mal de tête. Le responsable du groupe lui tend des comprimés achetés avec une commerçante ambulante et lui demande d'en avaler pour se soulager.

Le mal de tête s'aggrave et la mère infirmière est informée. Celle-ci réprime le comportement du responsable et affirme que ces comprimés peuvent détruire les reins constitués de milliers de néphrons indispensables au bon fonctionnement de l'organisme notamment au maintien de la constance du milieu intérieur.

De retour à l'école, les élèves rapportent les propos de la mère à la classe. Convaincus de la pertinence de ces propos, ils décident d'identifier la structure du rein et du néphron, de dégager leurs rôles et d'expliquer leurs actions dans la régulation de l'eau, du sodium et du potentiel hydrogène.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 264 27/02/2025 16:55

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Comparer	les constituants du plasma à ceux de l'urine.
Dégager	les rôles du rein.
Expliquer	- le rôle du néphron ; - le rôle des reins dans le maintien de la constance du milieu intérieur.
Schématiser	la structure du rein et du néphron.
Réaliser	le schéma de synthèse de la régulation.
Déduire	les notions de : homéostasie, milieu intérieur.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1 Décrire la structure du rein et du néphron

1-1 Structure du rein

La figure ci-dessous présente la structure du rein schématisée.

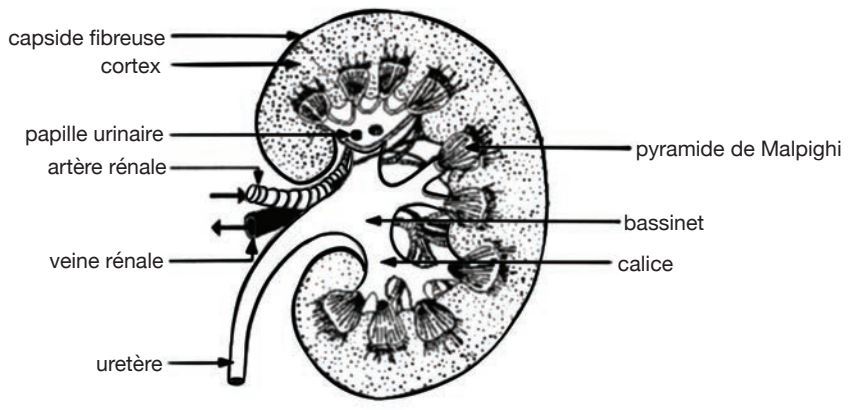


Figure 1 : Schéma de la coupe longitudinale du rein

- Observe la figure.
- Décris la structure du rein.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 265 27/02/2025 16:55

1-2 Structure du rein

Observe la structure du néphron.

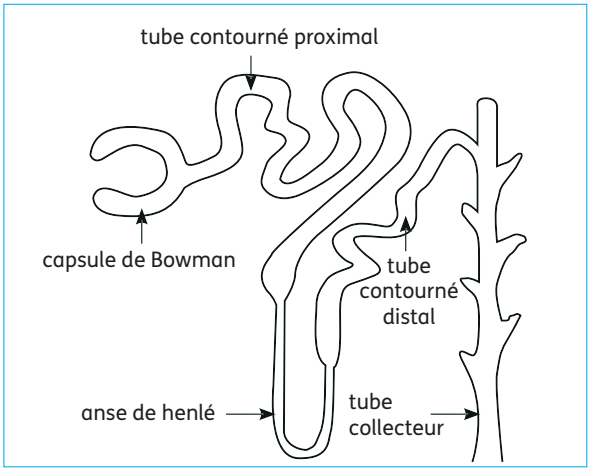


Figure 2 : Schéma d'un néphron

- Observe la structure du néphron.
- Décris cette structure.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Le rein est un organe en forme de haricot qui se trouve dans la partie arrière de l'abdomen. Le rein est divisé en trois parties : le cortex, la médullaire et les cavités collectrices d'urine. Le cortex est la partie la plus externe du rein et se trouve au-dessus de la médullaire, la partie interne du rein. À l'intérieur de la médullaire se trouvent les néphrons. Les calices, le bassinet et l'uretère font partie des cavités collectrices d'urine.

Le rein est composé d'un grand nombre d'unités anatomiques appelés néphrons ou tubes urinifères. Le néphron est l'unité fonctionnelle et structurale du rein.

L'ultrastructure du néphron montre qu'il est divisé en deux parties :

- le corpuscule de Malpighi formé de la capsule de Bowman et du glomérule dont l'ensemble amène le sang au néphron ;
- les tubes urinifères composés du tube contourné proximal, l'anse de Henlé, le tube contourné distal et le tube collecteur de Bellini.

Exercice de fixation

Les mots et groupes de mots suivants se rapportent à la structure du rein et à celle du néphron :

Calice ; capsule de Bowman ; glomérule ; cortex, tube contourné distal ; pyramide de Malpighi ; anse de Henlé ; bassinet ; tube collecteur ; veine rénale ; artère rénale ; tube contourné proximal.

Range-les dans le tableau ci-dessous, après l'avoir reproduit.

Structure du rein	Structure du néphron

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 266 27/02/2025 16:55

Activité 2 Déterminer les fonctions du rein et du néphron

2-1 Les fonctions du rein

Observe les données du tableau ci-dessous.

Constituants essentiels	Concentration en g/l	
	Plasma	Urine
Protéines	70	0
Glucose	1	0
Lipides	5	0
Sel	6	10
Urée	0,3	20
Acide urique	0,02	0,5
Créatine	0,01	1,2
Acide hippurique	0	0,5
Ammoniaque	0,001	0,5

Figure 3 : Tableau montrant les constituants du plasma et de l'urine chez l'Homme

- Fais une analyse comparative des constituants du plasma et de l'urine.
- Explique les données du tableau.
- Déduis-en les fonctions du rein.

2-2 Les fonctions du néphron

Observe les données du tableau ci-dessous.

Constituants en g/l	Plasma	Urine primitive	Urine définitive
Na^+	3,2	3,2	3 à 6
K^+	0,2	0,2	2 à 3
Protéines	60-80	0	0
Glucose	1	1	0
Urée	0,3	0,3	20
Eau	170l	170l	1,5l
Acide hippurique	0	0	0,5

Figure 4 : Tableau montrant la composition du plasma, de l'urine primitive et de l'urine définitive

- Faire une analyse comparative des constituants du plasma et des urines.
- Explique les données du tableau.
- Déduis les fonctions du néphron.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 267 27/02/2025 16:55

Synthèse

Certains constituants sont spécifiques au plasma (protéines, lipides). Leur poids moléculaire élevé les empêche de traverser la membrane rénale. Le rein joue le rôle de barrière.
D'autres constituants existent dans le plasma et l'urine et sont plus concentrés (sel, urée, acide urique, ammoniaque). Le rein joue le rôle de filtre sélectif.
L'acide hippurique absent dans le plasma est présent dans l'urine. Il a été sécrété par le rein. Le rein joue le rôle de sécrétion.
Les constituants qui existent dans le plasma doivent être éliminés. Le rein joue le rôle d'élimination et d'excrétion.
Le plasma a la même composition que l'urine primitive sauf les protéines qui existent uniquement dans le plasma. Des constituants du sang passent par le glomérule du sang et se concentrent dans la capsule de Bowman le lieu de formation de l'urine primitive. C'est la filtration glomérulaire.
L'absence de glucose dans l'urine primitive et la faible quantité d'eau dans l'urine définitive montre que ces constituants sont retournés dans le sang, c'est la réabsorption tubulaire qui a lieu au niveau du tube proximal, distal et collecteur.
Chez un individu en bonne santé, le glucose n'apparaît pas dans l'urine. Lorsque la teneur de glucose dans le sang appelée glycémie dépasse une certaine valeur dans le sang, le glucose apparaît dans l'urine, cet individu est dit diabétique. Le glucose est une substance à seuil.
L'acide hippurique absent dans l'urine primitive est présent dans l'urine définitive. Il a été sécrété (fabriqué ou synthétisé) par le néphron, c'est la sécrétion tubulaire.
La forte concentration des constituants dans l'urine définitive signifie qu'ils sont éliminés par le néphron, c'est l'excrétion.
La formation de l'urine se fait en trois étapes : la filtration glomérulaire, la sécrétion tubulaire et la réabsorption tubulaire.
Le milieu intérieur est l'ensemble des constituants liquides dans lesquels baignent les cellules du corps.

Exercice de fixation

Le tableau ci-dessous présente les substances contenues dans le plasma, l'urine primitive et l'urine définitive.

Substances (µg/l) / Milieu	Na^+	Cl^-	Protéines	Acide hippurique	Glucose	$NH4^+$
Plasma	3.2	3.6	80	0	1.5	0
Urine primitive	3.2	3.6	0	0	1.5	0
Urine définitive	2.3	2.6	0	20	0	3

Les séries de propositions ci-dessous sont relatives aux fonctions du néphron.

1. Les substances qui ne sont pas filtrées par le néphron sont :

a les protéines ;
b les ions Na^+ et Cl^- ;
c le glucose et l'acide hippurique.

2. Les substances qui traversent la membrane du néphron sont :

a le glucose et les ions Na^+ et Cl^- ;
b les protéines ;
c l'acide hippurique et le $NH4^+$.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 268 27/02/2025 16:55

3. Les substances qui sont élaborées par le néphron sont :
- a les Protéines et le Na^+ ;
- b l'acide hippurique et le $NH4^+$;
- c le glucose et le Cl^-.

4. Les substances qui sont réabsorbées par le néphron sont :
- a le glucose et les ions Na^+ et Cl^- ;
- b l'acide hippurique et les protéines ;
- c le $NH4^+$.

5. Les substances qui ne sont pas excrétées par le néphron sont :
- a les protéines et le glucose ;
- b l'acide hippurique et les ions Na^+ et Cl^- ;
- c l'acide hippurique et le $NH4^+$.

6. L'absence dans l'urine primitive de certaines substances du plasma signifie que le néphron joue un rôle de :
- a excrétion ;
- b sécrétion ;
- c barrière.

Relève pour chaque série, la proposition juste, en utilisant les chiffres et les lettres.

Activité 3 Expliquer le rôle du rein dans le maintien de la constance du milieu intérieur

3-1 Régulation de la teneur en eau par le rein

La figure ci-dessous présente les organes intervenant dans la régulation de la teneur de l'eau.

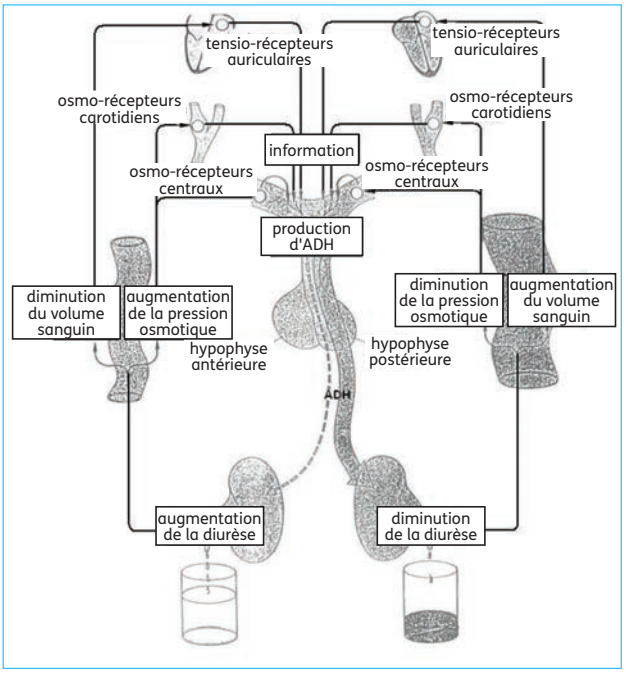


Figure 5 : Régulation de la teneur de l'eau dans l'organisme

- Observe la figure.
- Relève les organes intervenant dans la régulation de la teneur en eau dans l'organisme.
- Explique le mécanisme de la régulation de la teneur en eau dans l'organisme.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 269 27/02/2025 16:55

Synthèse

Lorsqu'un individu perd beaucoup d'eau, la pression osmotique (force de l'eau sur les parois artérielles) augmente et la volémie (volume sanguin) diminue. Les osmorécepteurs localisés dans la carotide (récepteur lié à la variation de la pression osmotique) ainsi que les volorécepteurs localisés dans l'oreillette gauche sont intensément stimulés. D'où la naissance d'un message nerveux. Ce message nerveux stimule intensément l'hypothalamus et l'hypophyse postérieure (posthypophyse). La posthypophyse libère alors une grande quantité d'ADH (hormone antidiurétique) qui permet la réabsorption d'une grande quantité d'eau du rein vers le sang. La volémie augmente, la pression osmotique diminue jusqu'à sa valeur normale, la quantité d'urine émise est faible et concentrée.

Lorsqu'un individu boit beaucoup d'eau, la pression osmotique (force de l'eau sur les parois artérielles) diminue et la volémie (volume sanguin) augmente. Les osmorécepteurs localisés dans la carotide (récepteur lié à la variation de la pression osmotique) ainsi que les volorécepteurs localisés dans l'oreillette gauche sont faiblement stimulés. D'où la naissance d'un message nerveux. Ce message nerveux stimule faiblement l'hypothalamus et l'hypophyse postérieure (posthypophyse). La posthypophyse libère alors une petite quantité d'ADH (hormone antidiurétique) qui permet la réabsorption d'une faible quantité d'eau des tubules rénaux vers le sang. La volémie diminue, la pression osmotique augmente jusqu'à sa valeur normale, la quantité d'urine émise est grande et peu concentrée.

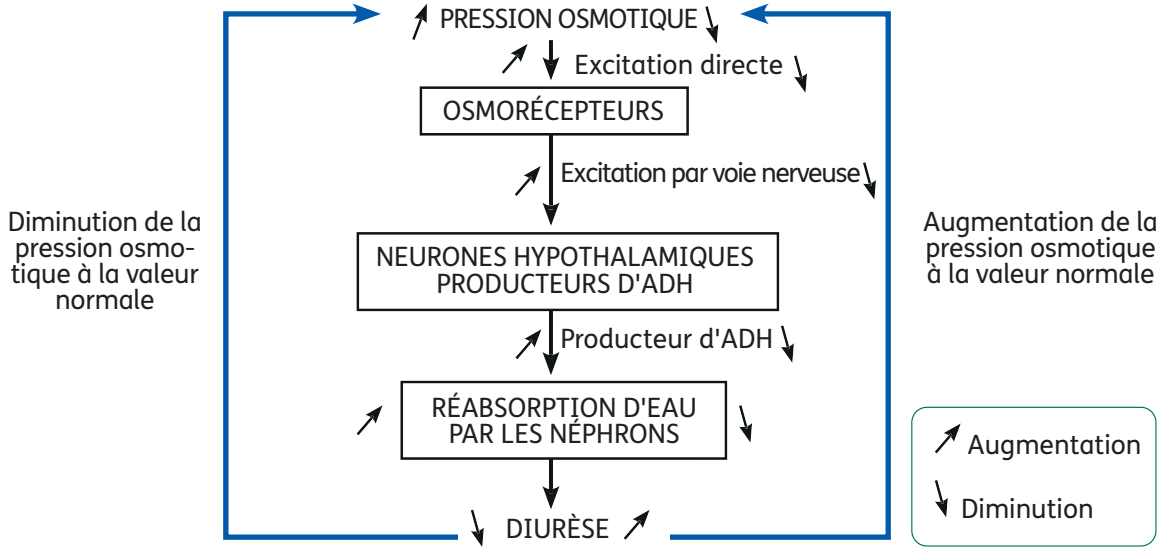


SCHÉMA DE LA RÉGULATION DE LA TENEUR EN EAU PAR LES REINS

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 270 27/02/2025 16:55

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous sont relatives à la régulation de l'eau.

1. La consommation excessive d'eau augmente la pression osmotique.
2. L'ADH secrétée par l'hypothalamus, inhibe la réabsorption de l'eau.
3. La perte d'eau entraîne une augmentation de la volémie.
4. La variation de volume sanguin et de la pression osmotique stimule respectivement le volorécepteur et l'osmorécepteur.
5. L'ADH est libérée en grande quantité lorsque la volémie baisse.
6. La forte perte d'eau provoque une grande production d'ADH entraînant une polyurie.
7. L'ADH favorise la réabsorption de l'eau.

Relève les chiffres des affirmations exactes.

3-2 Régulation de la teneur en sodium par le rein

La figure ci-dessous présente les organes intervenant dans la régulation de la teneur en sodium du sang.

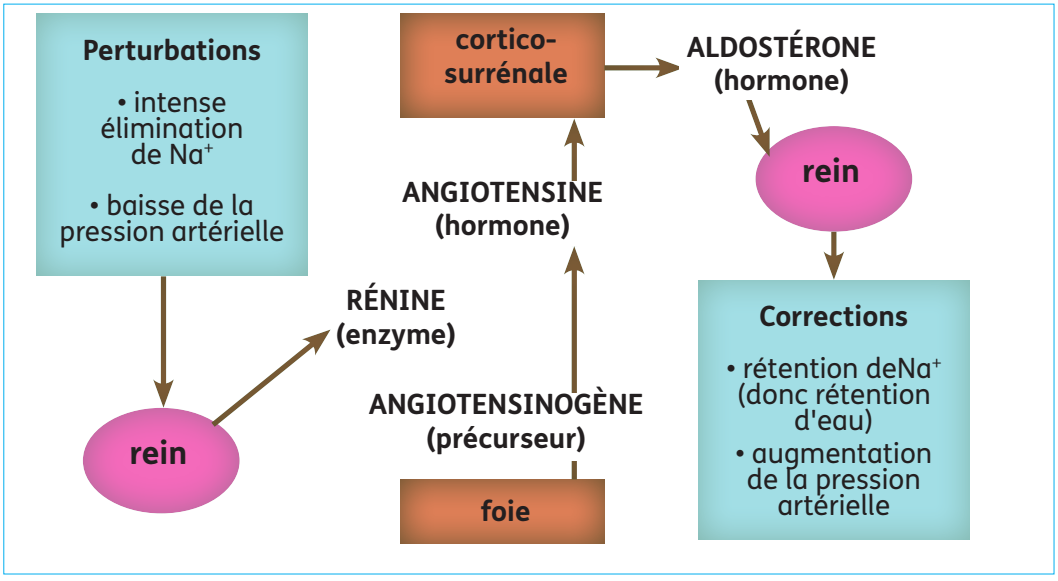


Figure 6 : Régulation de la teneur en sodium du sang

- Observe la figure.
- Relève les organes intervenant dans la régulation de la teneur en sodium.
- Explique le mécanisme de la régulation de la teneur en sodium.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Lorsque le plasma sanguin d'un individu perd beaucoup de sodium, la pression artérielle diminue, le rein sécrète alors une enzyme appelée la rénine qui stimule la transformation de l'angiotensinogène libérée par le foie en angiotensine.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 271 27/02/2025 16:55

Synthèse

Cette dernière stimule à son tour la corticosurrénale qui libère une grande quantité d'aldostérone qui stimule la réabsorption des sodiums dans les tubules du rein vers le plasma sanguin. La pression artérielle augmente jusqu'à sa valeur normale et l'urine émise est pauvre en sodium.

Lorsque la teneur de sodium dans le plasma sanguin est élevée, la pression artérielle augmente. Le rein ne sécrète pas la rénine et la corticosurrénale est faiblement stimulée. Elle libère une petite quantité d'aldostérone qui stimule la réabsorption d'une petite quantité de sodiums dans les tubules du rein vers le plasma sanguin.

La pression artérielle diminue jusqu'à sa valeur normale et l'urine émise est riche en sodium.

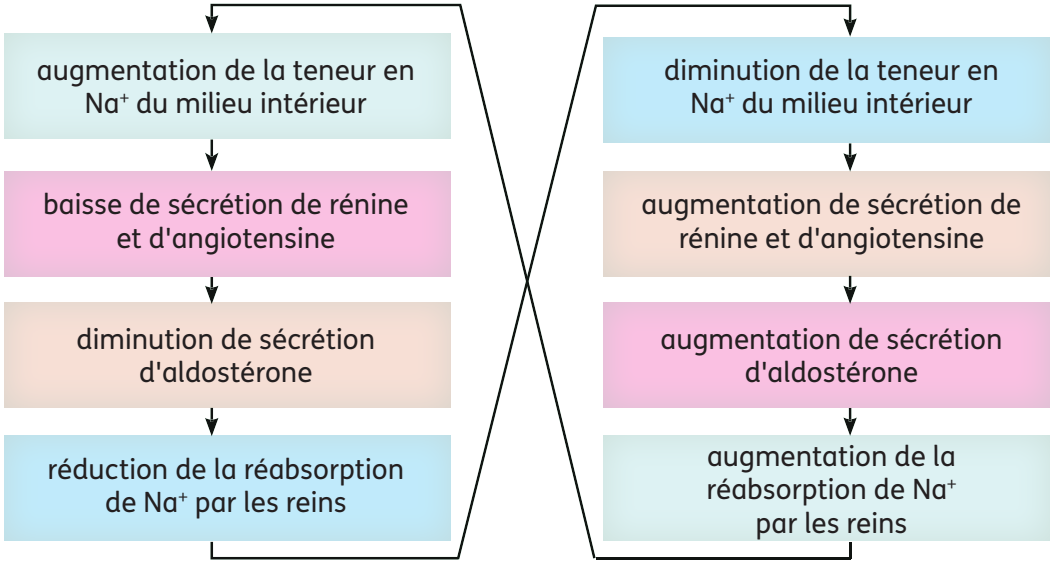


SCHÉMA DE LA RÉGULATION DE LA TENEUR EN SODIUM PAR LES REINS

Exercice de fixation

Les étapes suivantes se rapportent à la régulation du sodium.
Elles sont dans le désordre.

1. Forte réabsorption de sodium
2. Perte importante de sodium dans le sang
3. Production de rénine
5. Stimulation de la corticosurrénale
6. Transformation de l'angiotensinogène en angiotensine
7. Forte libération d'aldostérone

Range-les dans l'ordre du déroulement de la régulation du sodium, en utilisant les chiffres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 272 27/02/2025 16:55

3-3 Régulation du pH par le rein

Observe la figure ci-dessous présentant le mécanisme de la régulation du pH du sang.

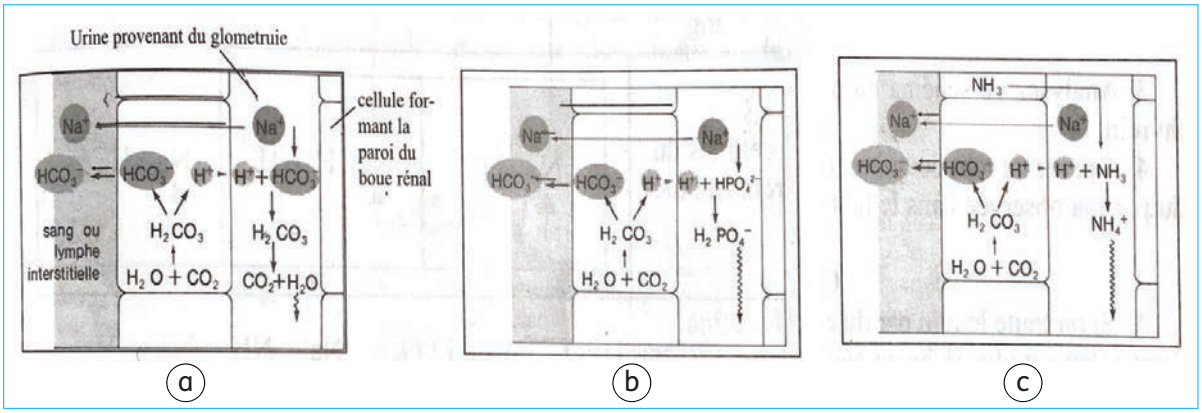


Figure 7 : Régulation du pH du sang

- Relève les molécules qui participent à la régulation du pH du sang.
- Explique, selon la molécule, le mécanisme de la régulation du pH du sang.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Le paramètre influencé par la teneur du milieu en H^+ est le pH. Pour chaque ion H^+ sécrété, les molécules Na^+ et HCO_3^- se déplacent des tubules rénaux vers le sang. En (a) l'ion H^+ est éliminé sous forme de H_2O ; en (b) l'ion H^+ est éliminé sous forme de $H_2PO_4^-$. En (c), l'ion H^+ est éliminé sous forme de NH_4^+.

Les poumons et les reins régulent le pH plasmatique de la manière suivante :

En cas d'acidose (pH < 7,4), il y a une augmentation de l'élimination du CO_2 par les poumons (hyperventilation) ainsi que des ions H^+ par les reins dans l'urine pour ramener le pH à sa valeur normale (7,4). Les reins peuvent excréter les ions H^+ sous forme d'eau, de phosphate, d'ammoniaque d'ions sodium indispensables à l'organisme et réabsorbent les ions HCO_3^-.

En cas d'alcalose (pH > 7,4), il y a une baisse de l'élimination du CO_2 par les poumons (hypoventilation) et une élimination des ions bicarbonate (HCO_3^-) pour ramener le pH à sa valeur normale.

Il s'établit aussi en permanence un système tampon présenté par l'équation suivante :

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$$

Toutes ces réactions concourent à maintenir constant les paramètres physico-chimiques du milieu intérieur : c'est l'**homéostasie.**

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 273 27/02/2025 16:55

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous se rapportent à la régulation de pH.

1. Le rein n'intervient pas dans la régulation du pH sanguin.
2. Le pH sanguin est neutre.
3. En cas d'acidose, les ions H^+ sont réabsorbés dans le sang et les ions HCO_3^- sont éliminés.
4. En cas d'alcalose, les ions H^+ sont réabsorbés dans le sang et les ions HCO_3^- sont éliminés.

Réponds par "Vrai" ou par "Faux" à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

Au cours de leur recherche dans le cadre de la préparation d'un exposé sur le rein, certains membres de ton groupe de travail découvrent dans un livre des SVT le tableau ci-dessous.

Substance	Masse molaire en grammes	Rapport U/P
Urée	60	1
Glucose	180	1
Insuline	5 500	0,98
Myoglobine	17 000	0,75
Ovalbumine	38 500	0,22
Hémoglobine	68 000	0,03
Sérum albumine	69 000	0
Sérum globine	150 000	0

P désigne la concentration des substances dans le plasma.

U désigne la concentration des substances dans l'urine primitive.

N'arrivant pas à exploiter les données du tableau, ils te sollicitent.

1. Nomme l'unité anatomique et physiologique du rein.
2. Analyse les résultats.
3. Explique ces résultats.
4. Déduis-en quelques rôles du rein.

Corrigé

1. Unité anatomique du rein : Le néphron

2. Analyse des résultats :

Le rapport U/P nous indique que l'urée et le glucose sont présents dans l'urine primitive et le plasma en quantité égale, tandis que l'insuline, la myoglobine, l'ovalbumine et l'hémoglobine sont en quantité moins élevée dans l'urine primitive que dans le plasma.

Méthode

Connaître la structure anatomique du rein.

- Bien observer les données du tableau ;
- Relever l'évolution des substances dans les différents compartiments.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 274 27/02/2025 16:55

Quant aux sérums albumine et globuline, ils n'existent pas dans l'urine primitive.

3. Explication

L'urée et le glucose qui sont des substances de petites tailles (60 à 180 g/mol) diffusent à travers la membrane glomérulaire.
Les molécules de tailles moyennes (de 17.000 à 68.000 g/mol), traversent partiellement la membrane du glomérule.
Le rein joue un rôle de filtre.
Les substances telles que le sérum albumine et le sérum globuline ne peuvent pas traverser la membrane glomérulaire car elles sont de grandes tailles (69.000 à 150.000 g/mol).
Le rein joue un rôle de barrière.

4. Déduction :

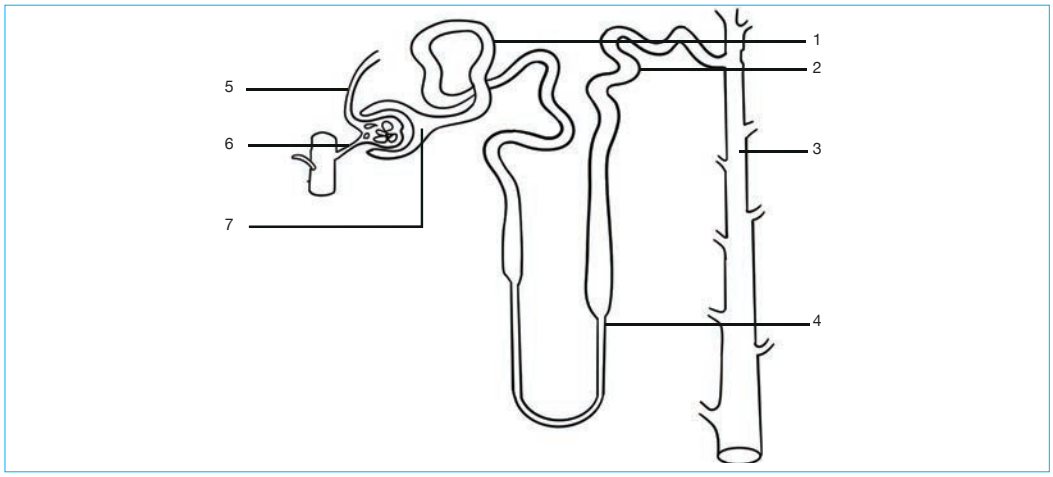
Le rein joue un rôle de filtre sélectif.

Connaître les fonctions du néphron ;

Connaître le rôle précis du néphron.

Exercice 2

Le professeur des SVT demande à un groupe d'élève de préparer un exposé sur la régulation du milieu intérieur. Ces élèves découvrent dans leurs recherches à la bibliothèque de l'établissement, le document 1 et le document 2.
Le document 1 représente le schéma de l'unité fonctionnelle du rein où transitent des constituants du sang.



8 :

Document 1

Le document 2 ci-après est un tableau de mesure de la diurèse et de la teneur de l'ADH chez un homme avant et après l'ingestion d'un litre d'eau.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 275 27/02/2025 16:55

	Avant l'ingestion d'un litre d'eau			Après l'ingestion d'un litre d'eau			
Taux d'ADH (pg/ml)	6	8,1	9	4	2	5	1
Diurèse (cm^3 /minute)	50	40,5	30	100	300	400	500

Document 2

Éprouvant des difficultés à exploiter ces documents, ils te sollicitent.
1. Annote le schéma du document 1, en utilisant les chiffres.
2. Analyse la variation de l'ADH et de la diurèse.
3. Explique ces variations, en utilisant le document 1.
4. Déduis les facteurs responsables de la variation du volume de l'urine éliminé par un homme.

Corrigé

1. Annotation et légende.

1. tube contourné ; 2. tube distal ; 3. tube collecteur de Bellini ; 4. anse de Henlé ; 5. veine rénale ; 6. artère rénale ; 7. capsule de Bowman ; 8. néphron ou tube urinifère.

2. Analyse des résultats du tableau.

Le tableau présente les variations de la quantité d'ADH et de la diurèse chez un homme avant et après l'ingestion d'un litre d'eau.
On constate que :
- avant l'ingestion d'eau, la quantité d'ADH augmente de 6 à 9 pg/ml alors que la diurèse diminue de 50 à 30 cm^3/minute ;
- après l'ingestion d'eau la quantité de l'ADH diminue de 9 à 1 pg /ml alors que la diurèse augmente de 100 à 500 cm^3/minute.

3. Interprétation des résultats.

- Avant l'ingestion d'eau, le volume plasmatique est faible et la pression osmotique du milieu intérieur est élevée. Cela entraîne une faible stimulation des volorécepteurs et une forte stimulation des osmorécepteurs. La posthypophyse contenant l'ADH est alors fortement stimulée et libère une quantité importante d'ADH. L'augmentation de la quantité d'ADH entraîne à son tour une augmentation de la réabsorption de l'eau par les tubules rénaux à l'origine de la diminution de la diurèse.

- Après l'ingestion d'eau, le volume plasmatique est élevé et la pression osmotique du milieu intérieur est faible. Cela entraîne une

Méthode

Connaître les différentes parties du néphron.

Bien observer les différentes données et variations du tableau.

Connaître le mécanisme de la régulation de l'eau.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 276 27/02/2025 16:55

forte stimulation des volorécepteurs et une faible stimulation des osmorécepteurs. La posthypophyse contenant l'ADH est alors faiblement stimulée et libère une faible quantité d'ADH. La diminution de la production de l'ADH entraîne à son tour une diminution de la réabsorption de l'eau par les tubules rénaux, à l'origine de l'augmentation de la diurèse.

4. Déduction des facteurs responsables de la variation du volume de l'urine éliminé par un homme (diurèse).

- La quantité d'eau du milieu intérieur (quantité d'eau ingérée)
- La pression osmotique du milieu intérieur.

Connaître les facteurs du milieu intérieur influençant la diurèse.

Résumé de cours

Le milieu intérieur est l'ensemble des liquides de l'organisme dans lesquels baignent les cellules vivantes qui y puisent les nutriments et y rejettent leurs déchets métaboliques. Il est composé du sang et de lymphe. L'organisme dispose de processus de régularisation spontanés et variés qui ont tendance à maintenir constantes, les caractéristiques du milieu intérieur, en dépit de leurs variations. C'est l'homéostasie. Ces paramètres du milieu sont : la glycémie, la température, le pH....
Les organes tels que les reins, le foie, les poumons, le pancréas, la thyroïde... interviennent dans l'homéostasie.
Chaque rein est constitué d'environ un million d'éléments fonctionnels : **les néphrons.**
Le rein est un filtre sélectif, un organe sécréteur et excréteur (élimination).

Au niveau du néphron, il se produit une filtration (filtration glomérulaire), une réabsorption, une sécrétion et une élimination.
Le rein intervient dans la régulation de la teneur en eau, la teneur en sodium et du PH.
L'ensemble de toutes ces régulations qui tendent à maintenir un équilibre dynamique de l'organisme est appelé **homéostasie.**
En d'autres termes l'homéostasie est la constance du milieu intérieur (pH, glycémie, pression osmotique, l'eau, sodium etc.)
Le milieu intérieur est le milieu dans lequel toutes les cellules du corps des animaux supérieurs baignent. Elles y puisent leur nourriture et rejettent leurs déchets.

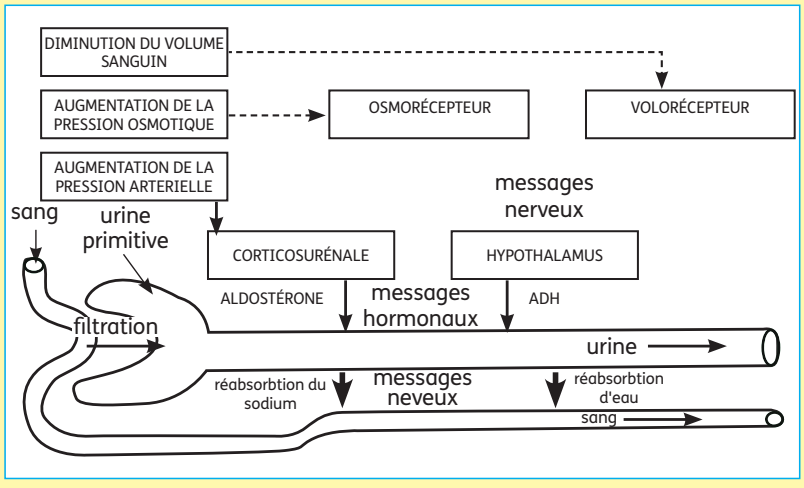


Schéma de la régulation hydrominérale

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 277 27/02/2025 16:55

Exercices

Exercices de renforcement

Exercice 1

Les séries de propositions ci-dessous sont relatives au rôle du rein dans la constance du milieu intérieur.

1. Chez un individu qui consomme beaucoup d'eau :
a) la pression osmotique du milieu intérieur augmente ;
b) son hypophyse secrète peu d'ADH ;
c) il y a libération d'une grande quantité d'urine.

2. Le rein joue le rôle :
a) d'excrétion ou d'élimination des déchets uniquement ;
b) de filtre sélectif ou de barrière uniquement ;
c) de filtre sélectif, de sécrétion et d'élimination.

3. Le rein est constitué :
b) de milliers de néphrons ;
c) d'aucun néphron ;
d) de 100 néphrons.

4. Voici les principales étapes respectives de la formation de l'urine :
a) sécrétion tubulaire, filtration glomérulaire, réabsorption tubulaire ;
b) filtration glomérulaire, sécrétion tubulaire, réabsorption tubulaire ;
c) filtration glomérulaire, réabsorption tubulaire, sécrétion tubulaire.

5. Les principaux paramètres du milieu intérieur qui doivent être régulés sont :
a) la teneur en eau et en sodium uniquement ;
b) la teneur en eau et le PH uniquement ;
c) la teneur en eau, la teneur en sodium et le PH.

6. Une substance à seuil :
a) est toujours présente dans l'urine ;
b) est présente dans l'urine si la valeur limite est dépassée ;
c) est présente dans l'urine si la valeur limite n'est pas atteinte.

7. L'homéostasie est :
a) le déséquilibre des paramètres du milieu intérieur ;
b) la constance des paramètres du milieu intérieur ;
c) l'absence de certains éléments dans le milieu intérieur.

8. L'ADH est une hormone :
a) produite par l'hypothalamus qui régule la teneur en sodium dans le sang ;
b) produite par l'hypothalamus qui régule la teneur en eau dans le sang ;
c) produite par la corticosurrénale qui régule la teneur en eau dans le sang.

9. L'aldostérone est une hormone :
a) produite par l'hypothalamus qui régule la teneur en sodium dans le sang ;
b) produite par la corticosurrénale qui régule la teneur en eau dans le sang ;
c) produite par la corticosurrénale qui régule la teneur en sodium dans le sang.

Relève dans chaque série, la (les) proposition(s) exacte (s), en utilisant les chiffres et les lettres.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 278 27/02/2025 16:55

Exercice 2

Le tableau ci-dessous présente la structure du néphron, ses fonctions et leurs définitions.

Structure du néphron	Fonction exercée	Définitions des fonctions
A. glomérule B. tube proximal C. tube distal D. tube collecteur	1. filtration 2. réabsorption 3. sécrétion 4. élimination	a) passage des éléments dans le tube collecteur puis dans le bassinet. b) retour des éléments dans le sang. c) passage des éléments dans la capsule de Bowman. d) formation de nouveaux éléments.

Associe chaque partie du néphron à sa fonction puis à la définition de cette fonction, en utilisant les chiffres et les lettres.

Exercice 3

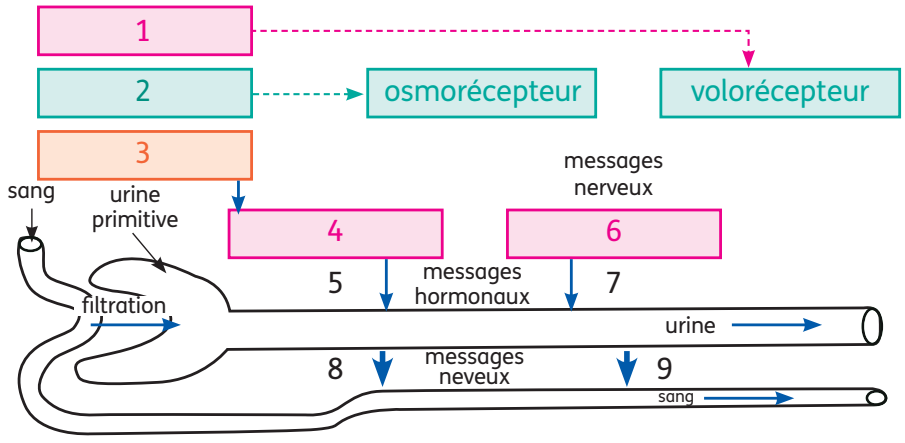
Les étapes ci-dessous données dans le désordre, se rapportent au mécanisme de la régulation de l'eau par le rein :

1. Sécrétion importée d'ADH par l'hypothalamus
2. Perte importante d'eau.
3. Forte libération d'ADH par la posthypophyse.
4. Augmentation de la teneur en eau du milieu intérieur.
5. Augmentation de la pression osmotique du milieu intérieur.
6. Augmentation de la réabsorption d'eau.
7. Forte stimulation de l'osmorécepteur puis de l'hypothalamus.
8. Faible diurèse.

Range-les dans l'ordre du déroulement du mécanisme de la régulation de l'eau par le rein, en utilisant les chiffres.

Exercice 4

Le schéma ci-dessous se rapporte à la régulation hydrominérale du milieu intérieur par le rein.



Attribue à chaque chiffre l'un des mots ou groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : hypothalamus ; diminution du volume sanguin ; osmorécepteur ; aldostérone ; augmentation de la pression artérielle ; corticosurrénale ; réabsorption du sodium ; augmentation de la pression osmotique ; réabsorption d'eau.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 279 27/02/2025 16:55

Exercices

Exercice 5

Le texte lacunaire ci-dessous est relatif au rôle du rein dans l'organisme.

Une comparaison des constituants du plasma sanguin et de l'urine permet de déduire les rôles des reins. En effet les ...1... qui sont de grosses molécules n'existent que dans le plasma. Ils ne traversent pas le glomérule : les reins jouent un rôle ...2... pour ces constituants. La présence des constituants qu'on rencontre dans les deux milieux alors que les grosses molécules sont bloquées montre que les reins jouent un rôle ...3... . La présence de l'ammoniaque dans l'urine alors qu'il est absent dans le plasma permet de déduire que le rein joue le rôle de...4... .
Le rein influence le milieu intérieur qui est constitué par le ...5... et la ...6... . Les perturbations du milieu intérieur sont détectées par des ...7... qui suscitent des réactions appropriées des reins afin de ramener les valeurs biologiques à la normale ...8... est l'ensemble des processus qui ramènent les caractéristiques du milieu intérieur à la normale, assurant ainsi sa croissance ...9... intervient surtout dans la régulation de la teneur en eau du milieu intérieur.

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres :
lymphe ; récepteurs spécifiques ; rôle sécréteur ; sang ; l'homéostasie ; l'ADH ; lipides et protides ; rôle de barrière ; rôle de filtre sélectif.

Exercices d'approfondissement

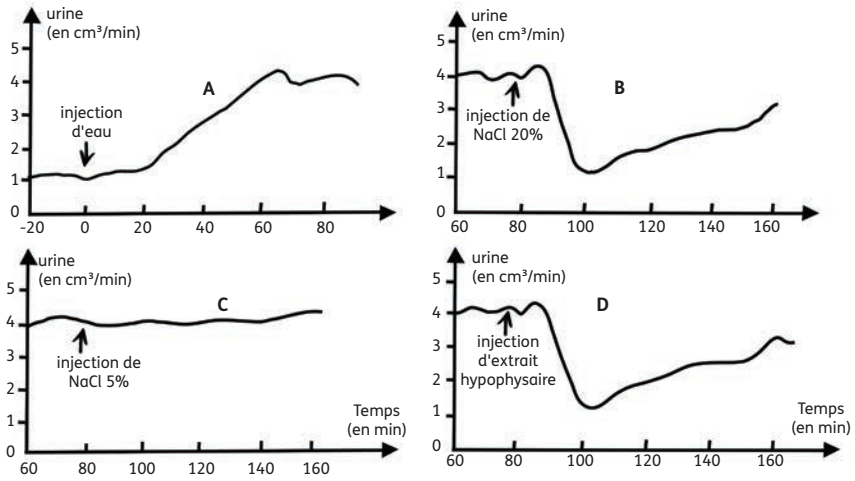
Exercice 1

Au cours de la préparation du devoir de niveau sur le milieu intérieur, ton voisin de classe découvre dans un manuel de biologie les expériences ci-dessous : « On étudie l'influence de diverses solutions sur la diurèse chez un chien. Pour cela, on introduit dans sa vessie, une sonde afin de mesurer la quantité d'urine produite. Les expériences 1, 2, 3, 4 et 5 ci-dessous sont réalisées à un jour d'intervalle ».

	Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3	Expérience 4	Expérience 5
Solutions ingérées ou injectées	Ingestion de 250 ml d'eau de robinet	Injection de 20 ml d'une solution de NaCl à 20% dans une artère carotide	Injection de 20 ml d'une solution de NaCl à 20% dans une artère fémo-rale	Injection de 20 ml d'une solution de NaCl à 8% dans une artère carotide	Injection d'extraits de l'hypophyse postérieure dans n'importe quelle artère

Les graphes A, B, C, D ci-après représentent respectivement les résultats obtenus à l'issue des expériences 1, 2, 3, 4 et 5. L'expérience 3 donne le même résultat que l'expérience 4.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 280 27/02/2025 16:55



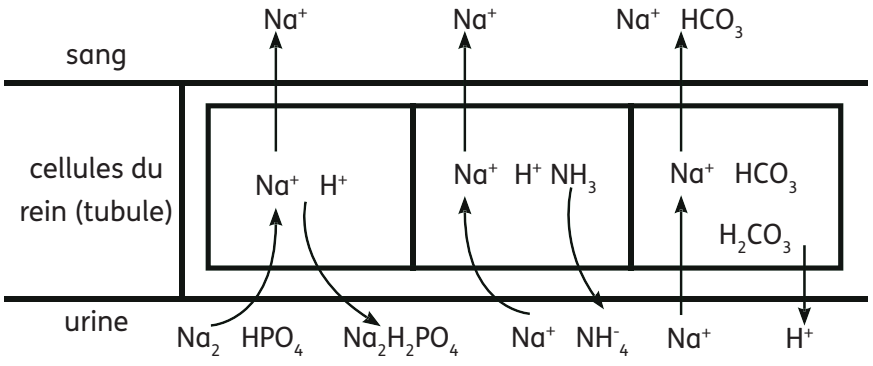
1. Analyse les graphes A, B, C et D.
2. Interprète-les.
3. Réalise un schéma simple de la régulation de l'eau par le rein.

Exercice 2

À la fin de la leçon sur le milieu intérieur, ton voisin de classe veut approfondir ses connaissances. Il découvre dans un manuel de biologie les documents 1 et 2 ci-dessous relatif à la régulation du pH par les reins. « On fait des prélèvements coordonnés de sang et d'urine sur un sujet dans les conditions différentes puis on mesure dans chaque conditon le pH du plasma et celui de l'urine. Les résultats obtenus ainsi que les conditions sont consignés dans le tableau ci-dessous.

	À 8H, à jeun au repos		À 10H, après un repas de 50g de glucose à 9h		À 14H, après un repas de 30g de protéine pris à 12h		À 15H, après 30 mn d'exercice physique		À 16H au repos	
Milieu	Plasma	Urine	Plasma	Urine	Plasma	Urine	Plasma	Urine	Plasma	Urine
pH	7,40	6,00	7,40	6,10	7,40	5,80	7,38	5,80	7,38	6,00

Document 1



Document 2 : Échange d'ions entre le rein, le sang et l'urine

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 281 27/02/2025 16:55

Exercices

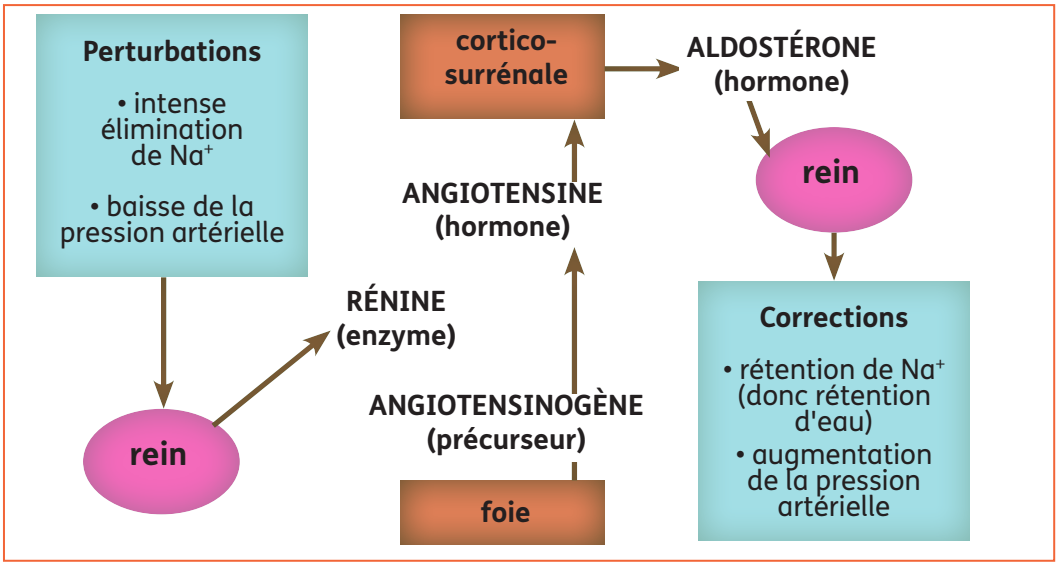
Il te présente les documents et te sollicite pour leur exploitation.

1. Analyse chaque document.
2. Explique la constance du pH du plasma observée dans le tableau.
3. Déduis le pH du sang.

Exercice 3

Une discussion éclate entre deux de tes amis en classe de Terminale D. L'un affirme que le rein intervient uniquement dans l'élimination des déchets, la filtration du sang et la sécrétion de certaines substances. L'autre ajoute que le rein intervient aussi dans la régulation des éléments minéraux du sang.

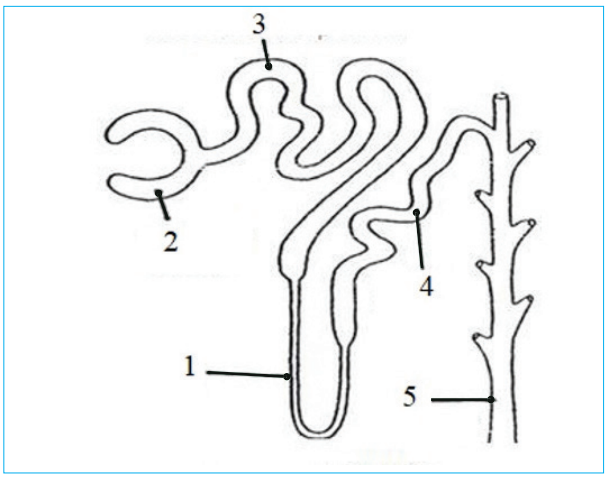
Tu te portes volontaire pour les départager, en t'appuyant sur les documents ci-dessous.



Document 1

Constituants essentiels	Constituants en g/l	
	Plasma	Urine
Protéines	70	0
Glucose	1	0
Lipides	5	0
Sel	6	10
Urée	0,3	20
Acide urique	0,02	0,5
Créatine	0,01	1,2
Acide hippurique	0	0,5
Ammoniaque	0,001	0,5

Document 2 : Tableau montrant les constituants du plasma et de l'urine chez l'Homme.



Document 3

1. Établis la relation entre les différents documents.

2. Déduis la notion de milieu intérieur.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 282 27/02/2025 16:55

Approfondis tes connaissances

L'insuffisance rénale est caractérisée par un **dysfonctionnement des fonctions du rein**, qui peut être transitoire (insuffisance aiguë) ou irréversible (insuffisance chronique). Le diabète et l'hypertension artérielle représentent les deux causes majeures de l'insuffisance rénale. Le traitement de l'insuffisance rénale chronique terminale ou de l'insuffisance rénale aiguë forte comprend une dialyse pour remplacer les fonctions du rein transitoirement et parfois une greffe rénale, quand le rein ne peut plus fonctionner.

Les reins sont des organes qui possèdent de nombreuses fonctions : la fonction endocrine (ils sécrètent des hormones) et exocrine (ils permettent la filtration des déchets et la réabsorption de certaines molécules). Ainsi, les reins permettent de maintenir la pression artérielle (en sécrétant la rénine), participent à l'homéostasie acido-basique, jouent un rôle dans le métabolisme phosphocalcique (en sécrétant la vitamine D) ou encore participent à la formation des globules rouges (en sécrétant l'érythropoïétine). Les reins filtrent chaque jour 190 litres de sang.

Quelles sont les causes d'une maladie des reins ?

La moitié des cas d'insuffisance rénale est due aux maladies chroniques, comme **le diabète** et **l'hypertension artérielle,** mal contrôlées. Il existe de nombreuses causes entrant en jeu dans l'insuffisance rénale.

L'insuffisance rénale aiguë peut-être due à une infection, une intoxication médicamenteuse ou encore des **calculs**.

L'insuffisance rénale chronique peut être liée à des maladies génétiques par exemple, ou des maladies inflammatoires, des pyélonéphrites ou encore une polykystose. 5 à 10 % de la population souffrent d'une pathologie (notamment le diabète, l'hypertension artérielle) pouvant mener à une insuffisance rénale chronique.

Quels sont les signes et symptômes d'une insuffisance de la fonction rénale ?

Dans les premiers temps, l'insuffisance rénale chronique est asymptomatique, ce qui rend son diagnostic difficile.

Quand la fonction rénale est très altérée, certains signes commencent à apparaître. Ces signes sont liés au **syndrome urémique** qui peut provoquer par exemple :

- une anémie (due à la baisse de la production d'érythropoïétine) ;
- des douleurs (crise de goutte, crampes) ;
- des problèmes métaboliques (perturbation du métabolisme glucidique et lipidique).

Il peut se produire une rétention de sodium qui provoque une hypertension et des œdèmes. Les reins ne filtrent pas assez les déchets, ceux-ci peuvent s'accumuler et devenir toxiques pour l'organisme.

Quels sont les stades d'une insuffisance rénale ?

L'examen de référence est le calcul du débit de filtration glomérulaire qui utilise le taux de créatininémie et qui permet de distinguer 5 stades :

- Stade I : le débit est supérieur à 90 ml/min/1,73 m^2 : maladie rénale avec atteinte de l'épuration.
- Stade II : débit entre 60 et 89 ml/min/1,73 m^2 : insuffisance rénale légère.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 283 27/02/2025 16:55

- Stade IIIA : débit entre 45 et 59 ml/min/1,73 m^2 : insuffisance rénale modérée.
- Stade IIIB : débit entre 30 et 44 ml/min/1,73 m^2 : insuffisance rénale modérée.
- Stade IV : débit entre 15 et 29 ml/min/1,73 m^2 : insuffisance rénale sévère.
- Stade V : débit inférieur à 15 ml/min/1,73 m^2 : insuffisance rénale terminale.

Le bilan rénal comprend également le dosage de l'urée et de l'albumine, la natrémie (taux de sodium dans le sang), la kaliémie (taux de potassium dans le sang) ainsi que des analyses d'urine.

Quels traitements pour soigner une insuffisance rénale chronique ou aiguë ?

Les traitements dépendent tout d'abord de la cause de l'insuffisance rénale. L'hypertension artérielle doit être contrôlée et la protéinurie doit diminuer (via un régime alimentaire ou des médicaments spécifiques). Les médicaments néphrotoxiques (toxiques pour le rein) doivent être évités et une supplémentation en vitamine D active peut également être prescrite.

Afin de pallier l'insuffisance rénale chronique terminale, il existe deux types de dialyse pour remplacer le travail du rein malade. Ces traitements sont indiqués en cas d'insuffisance rénale aiguë importante ou d'insuffisance rénale chronique terminale.

L'hémodialyse permet de filtrer le sang à travers une membrane artificielle quelques heures par semaine, plusieurs fois par semaine. La dialyse péritonéale est une technique qui utilise le péritoine comme membrane filtrante.

Au stade terminal, **la greffe rénale est la seule solution curative**, celle-ci peut s'effectuer à partir d'un donneur décédé ou d'un donneur vivant. Les personnes en insuffisance rénale doivent suivre un régime alimentaire strict avec un apport de sel diminué et un apport protéique diminué également, pour éviter d'augmenter la progression de la maladie rénale.

Comment prévenir un problème rénal ?

Si certaines causes ne peuvent être évitées, **une bonne hygiène de vie permet de diminuer les risques de souffrir de certaines pathologies pouvant être à l'origine d'une insuffisance rénale chronique**. Ainsi il convient de :

- pratiquer une activité physique régulière et adaptée ;
- manger équilibré en évitant les produits trop sucrés ou trop salés ;
- prendre régulièrement son éventuel traitement contre l'hypertension artérielle ou le diabète ;
- lutter contre l'obésité ;
- lutter contre le stress.

sante-nutrition.org

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 284 27/02/2025 16:55

Thème 7

LA DÉFENSE DE L'ORGANISME ET SON DYSFONCTIONNEMENT

Leçon 1

Le système de défense de l'organisme

Situation d'apprentissage

Un groupe d'élèves en classe de Terminale D assiste à une conférence organisée par une équipe de l'Institut National de l'Hygiène Publique (INHP) pour sensibiliser sur le système de défense. Face à l'auditoire, le conférencier affirme ceci : « Les microbes une fois dans l'organisme s'attaquent à des cellules et les détruisent. Dans certains cas, l'organisme détruit n'importe quel microbe et dans d'autres cas, il détruit les microbes avec précision. » De retour en classe, ces élèves rapportent les propos du conférencier à toute la classe.

Pour comprendre la défense de l'organisme contre les microbes, la classe décide de déterminer les différents modes d'élimination des microbes et d'expliquer le mécanisme de la défense immunitaire.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 286 27/02/2025 16:55

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Mettre en évidence	- la défense spécifique ; - le « soi » et le « non soi ».
Identifier	les étapes de la défense non spécifique.
Expliquer	le mécanisme des réactions immunitaires.
Déduire	les notions de défense : défense non spécifique, défense spécifique ; complexe majeur d'histocompatibilité, « soi » et « non soi » ; coopération cellulaire.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1 Expliquer le mécanisme de la défense non spécifique

La figure ci-dessous montre la réaction de l'organisme à une infection au niveau d'une plaie.

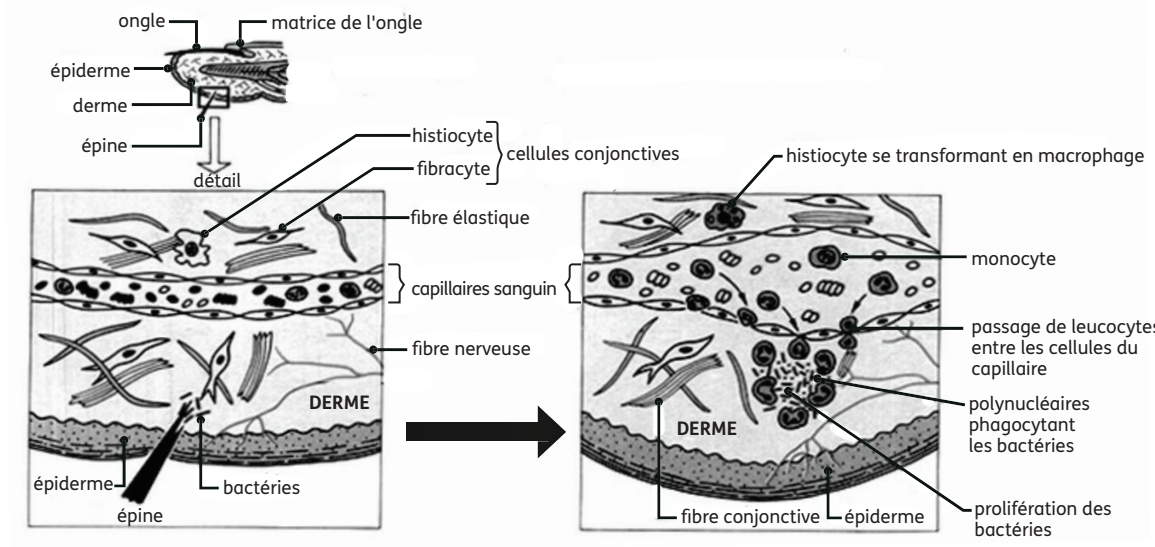


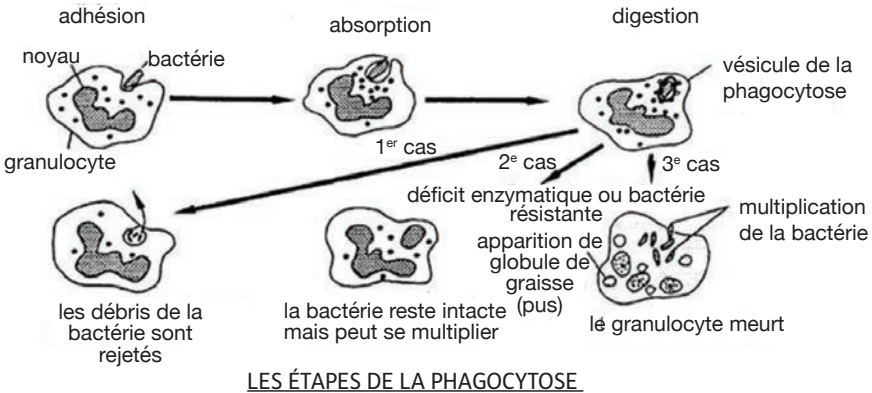
Figure 1 : Mécanisme de la défense non spécifique

- Observe les phénomènes présentés par la Figure 1.
- Analyse ces phénomènes.
- Explique-les.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 287 27/02/2025 16:55

Synthèse

Une **plaie** est une ouverture dans la peau donnant accès aux microbes.
La peau, **les glandes sudoripares, les larmes, le mucus, l'acide gastrique**, les secrétions alcalines, **les bactéries non pathogènes, la spermine, les secrétions vaginales** représentent des barrières naturelles de l'organisme. Ces barrières constituent **la 1ère ligne de défense de l'organisme**.
L'ouverture de la peau (plaie) à la suite de la piqûre par une épine favorise l'entrée des bactéries dans l'organisme.
Il se produit une **réaction inflammatoire** au point où la piqûre s'est produite. Cette réaction se manifeste par une **chaleur**, une **rougeur**, une **douleur**, une **enflure** et **une perte des fonctions des tissus**.
Les polynucléaires et les macrophages sont en effet capables de reconnaître, d'englober puis de digérer les microbes (bactéries) : C'est **la phagocytose**.



LES ÉTAPES DE LA PHAGOCYTOSE

Lors de la phagocytose, trois cas peuvent se présenter :
- soit les bactéries sont détruites, dans ce cas l'infection régresse ;
- soit les bactéries restent intact mais peuvent se multiplier plus tard, dans ce cas l'infection reste dans un état stationnaire ;
- soit les bactéries sortent vainqueur de la lutte, dans ce cas l'infection se poursuit, les microbes prolifèrent, se déplacent dans les tissus infectés et gagnent **les vaisseaux lymphatiques** puis accèdent aux **ganglions lymphatiques** encore appelés **organes lymphoïdes** constituant **la seconde barrière de notre organisme** contre les microbes après qu'ils aient franchi le niveau de la plaie : c'est **la réaction ganglionnaire**.

Ces ganglions lymphatiques gonflent et deviennent souvent douloureux : c'est **l'adénite**. Les vaisseaux lymphatiques gonflent à leur tour : c'est la **lymphangite**. Les nombreux globules blancs contenus dans les ganglions se multiplient et prolifèrent pour détruire les microbes.
Si les bactéries parviennent à franchir cette seconde barrière que constituent les ganglions lymphatiques, alors elles passent dans la circulation sanguine et envahissent tout l'organisme : c'est **la réaction généralisée** ou **septicémie**. Lorsque les microbes sécrètent des substances toxiques ou toxines qui diffusent dans l'organisme sur les voies vitales : c'est **la toxémie**.
L'entrée d'un corps étranger dans l'organisme entraîne **une réaction de défense innée ou naturelle et immédiate**. Cette défense est dite **non spécifique** car l'organisme réagit de la même manière quel que soit l'antigène ou le microbe.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 288 27/02/2025 16:55

Exercice de fixation

Ces séries de proposition sont relatives à la défense non spécifique.

1. Les étapes respectives de la défense non spécifique sont :

a la réaction ganglionnaire - la réaction généralisée - la réaction inflammatoire ;

b la réaction ganglionnaire - la réaction inflammatoire - la réaction généralisée ;

c la réaction inflammatoire - la réaction ganglionnaire - la réaction généralisée.

2. Les étapes respectives de la phagocytose sont :

a absorption - adhésion – digestion – rejet ;

b adhésion – absorption – digestion – rejet ;

c digestion – absorption – adhésion – rejet.

3. La défense non spécifique est dirigée contre :

a un antigène précis ;

b tous les antigènes ;

c tous les antigènes uniquement présents dans le sang.

4. Au cours de la phase ganglionnaire :

a les globules rouges se multiplient ;

b les globules blancs se multiplient ;

c les hématies se multiplient.

5. Au cours de la phase généralisée :

a les microbes sont uniquement dans les os ;

b les microbes envahissent tout l'organisme ;

c les microbes envahissent l'organisme partiellement.

Relève dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

Activité 2 Mettre en évidence la défense spécifique

Les expériences ci-dessous consistent à faire des injections de toxine tétanique à des souris dans différentes conditions

Protocole expérimental : On injecte à une souris témoin de la toxine tétanique seulement.

À une souris A_1 on injecte de l'anatoxine tétanique suivie 15 jours plus tard de l'injection de la toxine tétanique. On injecte enfin à une souris A_2, de l'anatoxine tétanique suivie 15 jours plus tard de l'injection de la toxine diphtérique.

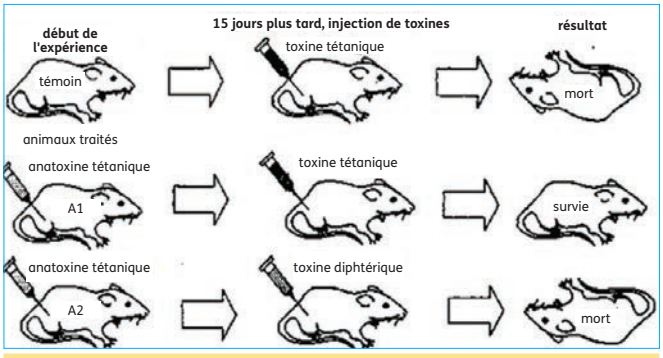


Figure 2 : Mise en évidence de la défense spécifique

- Observe les expériences réalisées et les résultats obtenus.
- Analyse chaque résultat.
- Interprète chaque résultat.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 289 27/02/2025 16:55

Synthèse

On appelle anatoxine, une toxine microbienne atténuée c'est-à-dire qui a perdu son pouvoir pathogène tout en conservant son pouvoir antigénique. Une toxine microbienne est une substance produite par un microbe et qui a un pouvoir pathogène (capacité de nuisance) sur un organisme.

L'anatoxine tétanique protège l'animal A_1 contre la toxine tétanique par contre elle ne protège pas l'animal A_2 contre la toxine diphtérique. L'anatoxine tétanique, injectée à la souris A_1, a suscité dans l'organisme de cette dernière la production d'anticorps qui l'ont protégé contre la toxine tétanique. La souris A_2 a produit également des anticorps mais ceux-ci ne l'on pas protégé contre la toxine diphtérique, différente de la toxine tétanique : il s'agit de la défense spécifique (ou acquise) ou de l'immunité spécifique.

Exercice de fixation

Les affirmations suivantes se rapportent à la défense spécifique.

1. Un lapin ayant reçu l'anatoxine tétanique 15 jours après avoir reçu la toxine tétanique survit.
2. Un lapin ayant reçu la toxine tétanique 15 jours après avoir reçu l'anatoxine tétanique survit.
3. Un lapin qui a reçu l'anatoxine diphtérique puis la toxine diphtérique le même jour survit.
4. L'anatoxine injectée à un animal meurt.
5. La défense spécifique est identique à la défense non spécifique.

Réponds par "Vrai" ou par "Faux" à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

Activité 3 Mettre en évidence la défense spécifique à médiation humorale

Les expériences consistent à faire des injections de toxine tétanique à des souris dans différentes conditions.

Protocole expérimental : À une souris B_1 ayant reçu du sérum d'une souris S_1 traitée préalablement à l'anatoxine tétanique, on injecte de la toxine tétanique. À une souris B_2 ayant reçu le sérum de la souris témoin, on injecte de la toxine tétanique.

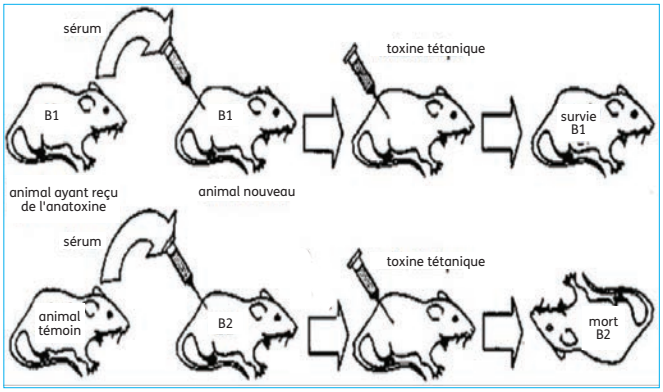


Figure 3 : Mise en évidence de la défense spécifique à médiation humorale

- Observe les expériences et les résultats obtenus.
- Donne le résultat de chaque expérience.
- Analyse chaque résultat.
- Interprète chaque résultat.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 290 27/02/2025 16:55

Synthèse

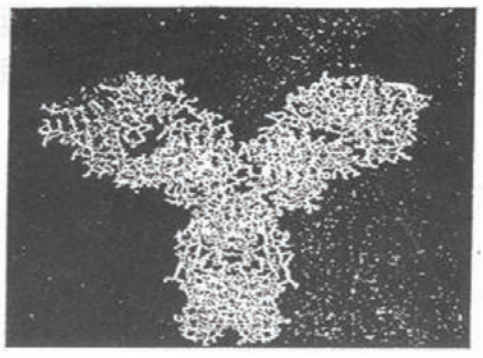
Le sérum de l'animal S_1 traité à l'anatoxine tétanique protège l'animal B_1 contre la toxine tétanique mais le sérum d'un animal témoin (non traitée) ne protège pas l'animal B_2 contre la toxine tétanique d'où la mort de l'animal.

On peut protéger immédiatement et momentanément un animal contre la toxine tétanique en lui injectant le sérum d'un animal de la même espèce préalablement immunisé. Cette protection est due à une substance circulant dans le milieu intérieur et qui s'est formée après l'injection d'anatoxine. Il s'agit de la réponse immunitaire humorale ou de réponse immunitaire à médiation humorale. Les molécules de cette immunité sont les anticorps ou immunoglobulines (Ig).

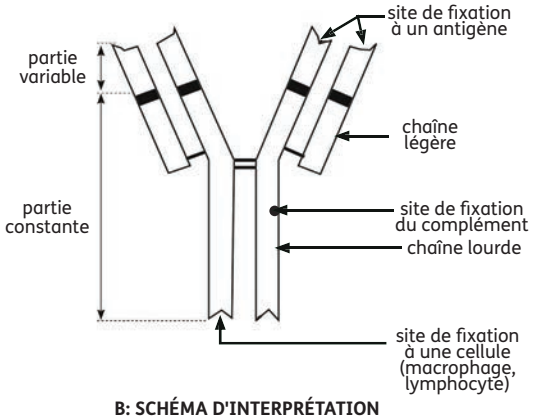
Les anticorps jouent un rôle dans la phagocytose des bactéries, dans la lyse des bactéries par les cellules tueuses (cellule K) et dans la lyse des bactéries par activation du complément.

Ce sont les IgG qui provoquent l'activation du complément. Le complément est un ensemble de protéines du sérum, présentes hors de toute immunisation et inactives. Le complexe antigène - anticorps active les fractions du complément (fixation), et entraîne ainsi la lyse des bactéries et autres antigènes particulaires.

Ainsi les anticorps sont les véritables effecteurs de l'immunité humorale.

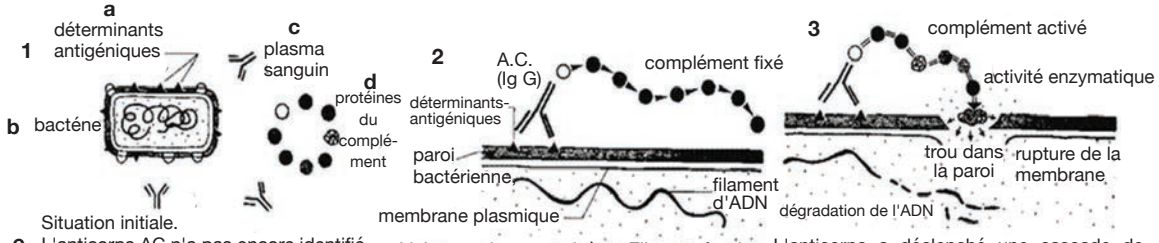


A: ÉLECTRONOGRAPHIE



B: SCHÉMA D'INTERPRÉTATION

STRUCTURE D'UN ANTI-CORPS



e Situation initiale. L'anticorps AC n'a pas encore identifié l'antigène. Le complément est inactif.

Liaison anticorps antigène. Elle entraîne la "fixation" du complément et son activation contre la bactérie.

f

L'anticorps a déclenché une cascade de réactions mettant en jeu les protéines du complément. À terme, une action enzymatique de certaines protéines attaque la paroi de la bactérie et provoque sa mort.

g

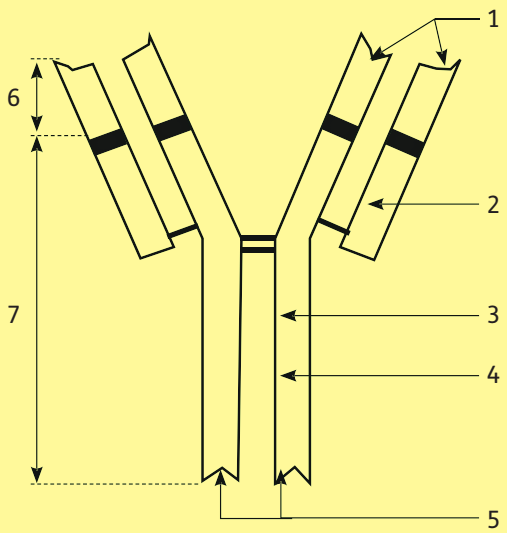
ACTIVATION DU COMPLÉMENT

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 291 27/02/2025 16:55

Exercice de fixation

Le schéma ci-contre représente un anticorps.

Associe à chaque chiffre du schéma, le mot ou groupe de mots qui convient : chaîne lourde ; partie variable ; site de fixation à un antigène ; chaîne légère ; site de fixation du complément ; partie constante ; site de fixation à une cellule (macrophage, lymphocyte).



Activité 4 Mettre en évidence la défense spécifique à médiation cellulaire

Les expériences consistent à faire des injections à des souris dans différentes conditions.
Protocole expérimental : On injecte du bacille de Koch (BK) à un cobaye B_1 ayant reçu du sérum d'un cobaye A immunisé. À un cobaye B_2 ayant reçu des lymphocytes vivants du cobaye A immunisé, on injecte du bacille de Koch (BK).

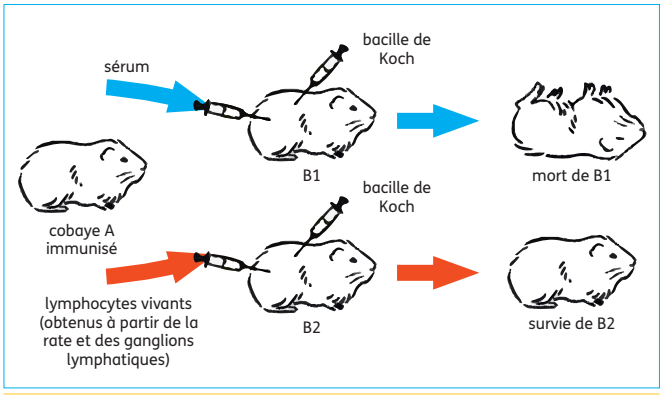


Figure 4 : Mise en évidence de la défense spécifique à médiation cellulaire

- Observe attentivement les résultats de cette expérience.
- Analyse chaque résultat.
- Interprète chaque résultat.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Les **lymphocytes vivants** de l'animal A immunisé protègent l'animal B_2 contre **le bacille de Koch** par contre le **sérum** de l'animal A immunisé ne protège pas l'animal B_1 d'où la mort de l'animal.

L'élément protecteur n'est pas un constituant du sérum. L'injection de lymphocytes vivants de l'animal immunisé à l'animal B_2 transfert à ce dernier la protection contre le bacille de Koch. Les lymphocytes transférés sont donc le **support de la protection**. Il s'agit de **la réponse immunitaire à médiation cellulaire**.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 292 27/02/2025 16:55

Synthèse

Les cellules de l'immunité (Lymphocytes) prennent naissance dans la moelle osseuse et acquièrent leur maturité dans des lieux différents :

- **la moelle osseuse** pour les lymphocytes B ;
- **le thymus** pour les lymphocytes T.

Les organes lymphoïdes (ganglions lymphatiques, rates) sont les lieux de leur stockage et de leur multiplication.

Exercice de fixation

Les affirmations suivantes sont relatives à la défense spécifique à médiation cellulaire.

1. L'immunité à médiation cellulaire concerne les microbes contenus dans le sang.
2. L'immunité à médiation cellulaire est une défense spécifique.
3. L'immunité à médiation cellulaire est une défense non spécifique.
4. L'immunité à médiation cellulaire concerne les cellules infectées par un antigène.
5. L'immunité à médiation cellulaire vise tous les antigènes présents dans l'organisme.

Relève le chiffre des affirmations fausses.

Activité 5 Expliquer le mécanisme de défense spécifique de l'organisme

La figure ci-dessous est relative aux processus de mise en œuvre de la défense spécifique dans l'organisme.

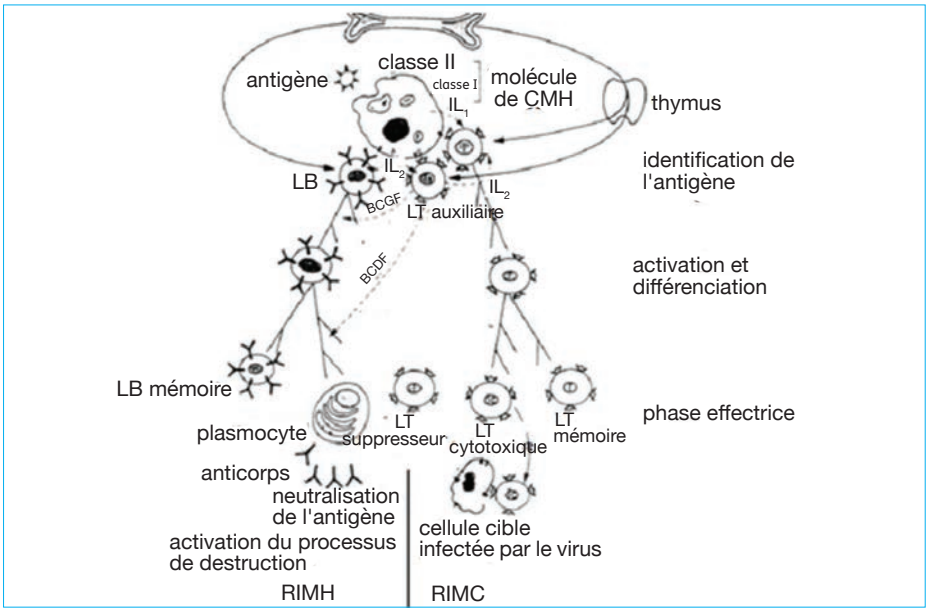


Figure 5 : Processus de la mise en œuvre de la défense spécifique

- Observe la figure.
- Relève les étapes de la mise en œuvre de la défense spécifique.
- Explique le processus de la mise en œuvre de la défense spécifique.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 293 27/02/2025 16:55

Synthèse

La réponse à médiation humorale (RIMH) se déroule en trois phases respectives :
La Phase de reconnaissance ou d'identification de l'antigène ou phase d'induction, la phase d'activation et de différenciation (ou phase de différenciation et de multiplication ou encore phase d'amplification) et la phase de réponse immunitaire ou phase effectrice.

- Phase de reconnaissance ou d'identification de l'antigène

Les macrophages sécrètent une substance chimique (interleukine) qui attire des lymphocytes B auxquels ils présentent les déterminants antigéniques ou fragment d'antigène ou épitope. Ces lymphocytes deviennent alors actifs : c'est **l'activation**.

- **Phase d'activation et de différenciation** (**ou phase de différenciation et de multiplication ou encore phase d'amplification**)

Les lymphocytes B se différencient en plasmocyte et en lymphocyte B mémoire.

Les plasmocytes produisent des anticorps véhiculés dans le sang.

Lymphocytes B mémoires gardent en souvenir l'antigène et permettent à l'organisme de réagir rapidement et intensément en cas d'une nouvelle infection de l'antigène (**réponse secondaire**).

- Phase de réponse immunitaire ou phase effectrice

Les anticorps sécrétés par les plasmocytes sont des protéines du groupe des **immunoglobulines (Ig)**. Les anticorps se fixent sur l'antigène et il se forme un **complexe immun**. Ce complexe provoque la neutralisation de l'antigène. **L'immunité à médiation humorale a pour origine les lymphocytes B et pour effecteur les anticorps.**

La réponse à médiation cellulaire (RIMC) se déroule également en trois phases respectives :
La Phase de reconnaissance ou d'identification de l'antigène ou phase d'induction, la phase d'activation et de différenciation (ou phase de différenciation et de multiplication ou encore phase d'amplification) et la phase de réponse immunitaire ou phase effectrice.

- Phase de reconnaissance ou d'identification de l'antigène

Les macrophages sécrètent une substance chimique (interleukine) qui attire des lymphocytes T auxquels ils présentent les déterminants antigéniques ou fragment d'antigène. Ces lymphocytes deviennent alors actifs : c'est **l'activation**.

- Phase d'activation et de différenciation (ou phase de différenciation et de multiplication ou encore phase d'amplification)

Les lymphocytes T activés et matures se différencient en :

• **Lymphocytes T mémoire** qui gardent le souvenir de la 1ère stimulation (réponse primaire) par les antigènes ;

• **Lymphocytes T régulateurs** qui sont soit des facilitateurs de réponse immunitaire, soit des supresseurs de réponse immunitaire en freinant la réponse immunitaire ;

• **Lymphocytes cytotoxiques** (Tc = cytotoxiques) capables de détruire les cellules porteuses de l'antigène contre lequel ils ont été activés par contact direct ;

• **Lymphocytes T_4** qui induisent la réponse immunitaire.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 294 27/02/2025 16:55

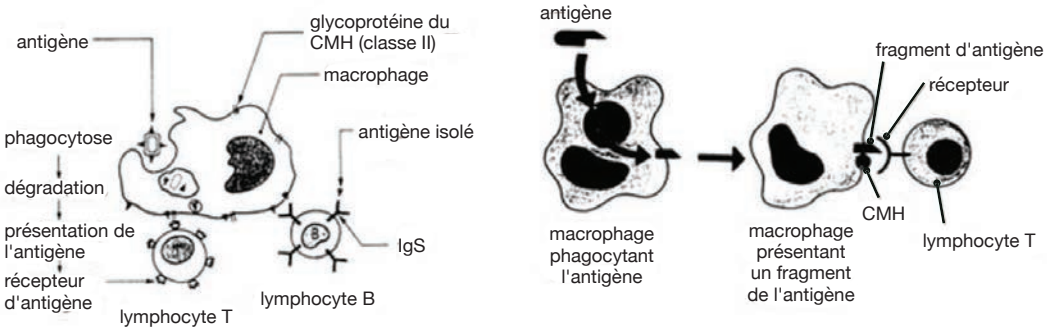
- Phase de réponse immunitaire ou phase effectrice.

Les lymphocytes T_4 stimulent la transformation des lymphocytes T_8 en lymphocytes T cytotoxiques ou cellules tueuses en sécrétant des interleukines. Ces lymphocytes T cytotoxiques fixent la cellule infectée, y injectent la perforine (enzyme) et de l'eau. La cellule infectée gonfle et s'éclate par cytolyse.

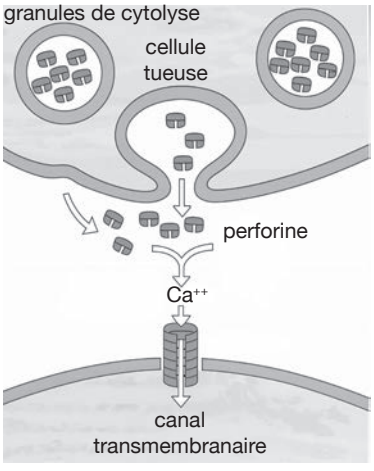
L'immunité à médiation cellulaire a pour origine les lymphocytes T et pour effecteur les lymphocytes T cytotoxiques.

Les lymphocytes T_4 induisent toutes les réactions immunitaires. Leur présence est indispensable à la défense de l'organisme.

Quel que soit le type de réponse immunitaire, il existe une collaboration entre les macrophages, les lymphocytes T et les lymphocytes B. On parle de **coopération cellulaire**.



Reconnaissance de l'épitope



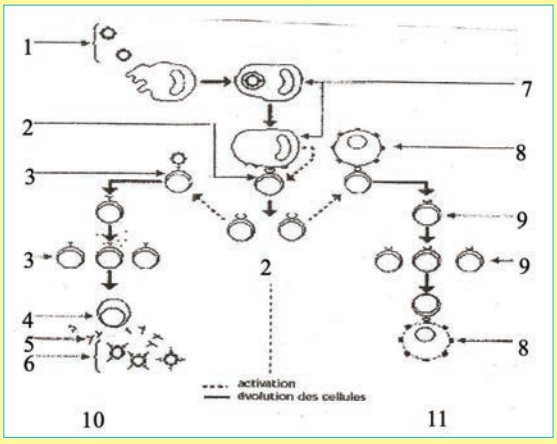
Phase effectrice de la réponse immunitaire à médiation cellulaire

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 295 27/02/2025 16:55

Exercice de fixation

Le document ci-contre ainsi que les mots et les groupes de mots ci-contre se rapportent à la défense spécifique : macrophage ; immunité à médiation cellulaire ;
plasmocyte ; immunité à médiation humorale ; lymphocytes T_4 auxiliaire ; lymphocytes B ; lymphocytes T_4 ; complexe immun ; lymphocyte T_8.

Attribue à chaque chiffre du document les mots ou le groupe de mots qui convient.



Document

APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

Pour vous permettre de consolider les acquis sur la défense immunitaire, votre professeur met à votre disposition les expériences ci-dessous, réalisées sur des cobayes ainsi que les résultats obtenus.

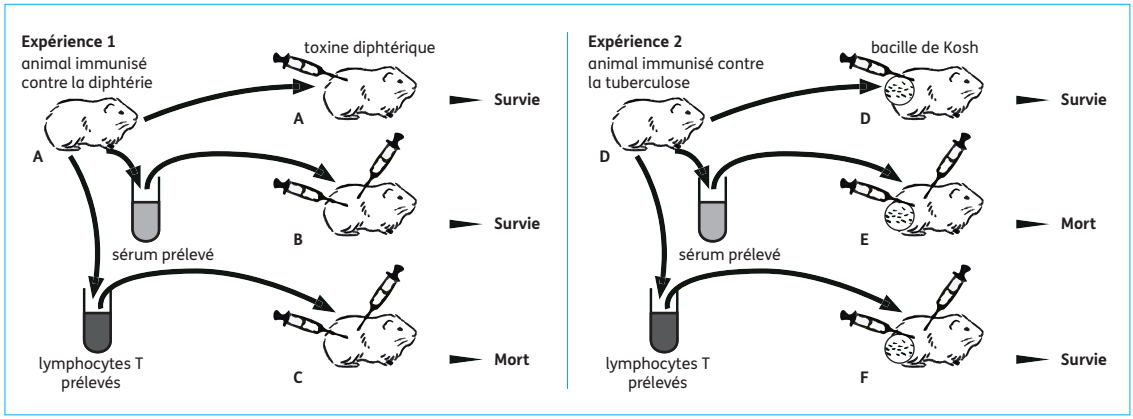
Expérience I :

Des cobayes A sont immunisés par injection de bacilles diphtériques dont la toxine a été atténuée. Quinze jours (15) plus tard, le sérum et des lymphocytes T prélevés chez ces cobayes A, sont injectés respectivement aux cobayes B et C non immunisés. Le même jour, on injecte aux animaux A, B et C la toxine diphtérique active.

Expérience II :

Des cobayes D sont immunisés contre la tuberculose par injection des bacilles tuberculeux bovins atténués. Un mois (01) plus tard, on prélève du sérum et des lymphocytes T que l'on injecte respectivement aux animaux E et F le bacille de Koch actif.

Il vous demande d'exploiter les résultats obtenus pour la prochaîne séance.



SVT Terminale Manuel 27022025.indd 296 27/02/2025 16:55

Le jour de la séance, le professeur te désigne pour présenter les travaux de ton groupe.

1. Définis l'anatoxine.
2. Analyse les résultats obtenus.
3. Interprète-les.
4. Déduis dans chaque cas, le type d'immunité développé.

Corrigé

1. Une toxine atténuée porte le nom d'anatoxine

2. Analyse des résultats.

Expérience I :

- Le cobaye A immunisé contre la toxine diphtérique survit à la toxine diphtérique.
- Le cobaye B qui reçoit le sérum du cobaye immunisé, survit à la toxine diphtérique.
- Le cobaye C qui reçoit les lymphocytes T du cobaye immunisé meurt au contact de la toxine diphtérique.

Expérience II :

- Le cobaye D immunisé contre la tuberculose survit au Bacille de Koch (BK).
- Le cobaye E qui reçoit le sérum du cobaye D immunisé contre le BK, meurt au contact du BK.
- Le cobaye F qui reçoit les lymphocytes T du cobaye D immunisé contre le BK, survit au BK.

3. Interprétation

Expérience I :

- La survie du cobaye A, montre que son organisme a développé une défense contre la toxine diphtérique lors du contact avec l'anatoxine diphtérique.
- La survie du cobaye B qui reçoit le sérum du cobaye immunisé montre que le sérum l'a protégé. On peut assurer la protection d'un animal contre la toxine par l'intermédiaire du sérum d'un animal de la même espèce déjà immunisé contre la toxine diphtérique.
- Le cobaye C meurt car les lymphocytes T du cobaye immunisé qu'il a reçu n'ont pas suffi à le défendre contre la toxine diphtérique. Les lymphocytes T d'un animal immunisé sont

Méthode

- Connaître la définition de la toxine et de l'anatoxine

- Bien observer les expériences et leurs résultats.
- Établir une relation entre les expériences et les résultats.

- S'appuyer sur l'analyse et ses connaissances
- Bien connaître le mécanisme de la défense spécifique, humorale et cellulaire.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 297 27/02/2025 16:55

donc incapables de défendre l'organisme d'un autre animal non immunisé de la même espèce contre la toxine diphtérique.

Expérience II :

- La survie du cobaye D indique que son organisme a développé une défense contre le BK au contact du BCG.
- La mort du cobaye E montre que le sérum du cobaye immunisé contre le BK qu'il a reçu n'a pas suffi à le protéger contre le bacille de Koch. Les anticorps contenus dans le sérum ne peuvent lutter efficacement contre le bacille de Koch.
- La survie du cobaye F, révèle que ce sont les lymphocytes T du cobaye immunisé contre le BK qui lui confèrent une immunité efficace contre le BK.

4. Déduction du type d'immunité développée.

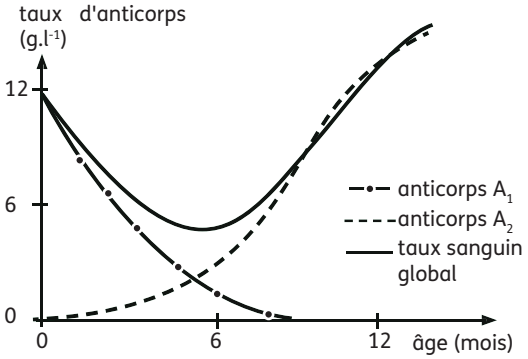
- Dans le cas de la toxine diphtérique, la défense se fait par l'intermédiaire du sérum, il s'agit donc d'une réaction immunitaire à médiation humorale (RIMH).
- Dans le cas de la tuberculose, la défense se fait par l'intermédiaire des lymphocytes T, il s'agit donc d'une réaction immunitaire à médiation cellulaire (RIMC).

Savoir distinguer l'immunité à médiation humorale et celle à médiation cellulaire.

Exercice 2

En vacances au village, la tante de ta camarade l'informe que ses enfants tombent souvent malades six mois après leur naissance.
De retour à l'école, elle partage ce que sa tante lui a dit avec son professeur des SVT. Ce dernier lui demande d'exploiter le document ci-contre qui montre la variation des immunoglobulines dans le sang d'un nourrisson âgé de douze mois, en vue d'apporter des réponses à la préoccupation de sa tante.

NB : Les immunoglobulines A_1 et A_2 ont deux origines différentes.



Doc : Variation des immunoglobulines dans le sang d'un nourrisson

Éprouvant des difficultés à exploiter le document, ta camarade sollicite ton aide.

1. Précise le rôle des immunoglobulines dans l'organisme.
2. Détermine l'origine des immunoglobulines A_1 et A_2.
3. Explique l'état de santé des nourrissons entre 5 et 6 mois après la naissance.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 298 27/02/2025 16:55

Corrigé

1. Rôle de l'immunoglobuline.
L'immunoglobuline neutralise ou détruit les antigènes contenus dans le sang.

2. Origines des immunoglobulines.
L'immunoglobuline A_1 : présent à la naissance avec un taux d'environ 14 g/l. Ce taux diminue rapidement et devient nul 8 mois après la naissance : il est d'origine maternelle.
L'immunoglobuline A_2 : absent à la naissance. Son taux augmente progressivement avec l'âge du nourrisson : il provient du nourrisson.

3. Explication.
Entre cinq et six mois, l'immunoglobuline A_1 d'origine maternelle et l'immunoglobuline A_2 produit par le nourrisson, sont à des taux très faibles. Le taux global d'immunoglobuline est donc trop faible et insuffisant pour protéger le nourrisson contre les maladies. D'où la grande sensibilité des enfants aux maladies à cet âge.

Méthode

Connaître le rôle des cellules de défense.

- Bien observer le point de départ des courbes.
- Bien analyser les variations au niveau des courbes.

- Déterminer le taux des immunoglobulines entre 5 et 6 mois.
- Établir une relation entre ce taux et la présence des maladies.

Résumé de cours

La défense de l'organisme contre les microbes peut se présenter sous deux types :
La défense non spécifique ou défense naturelle au cours de laquelle l'organisme réagit de la même manière contre tous les microbes. Les cellules de défenses qui interviennent sont : les macrophages et les granulocytes. Dès que les microbes ou antigènes franchissent les barrières naturelles, il survient successivement la réaction inflammatoire et la réaction ganglionnaire.
La défense spécifique ou défense acquise au cours de laquelle la défense est dirigée contre un antigène précis.
On distingue : la défense à médiation humorale où l'antigène est détruit dans le sang par des anticorps et la défense à médiation cellulaire où la cellule infectée est détruite par les lymphocytes T cytotoxiques.
Le mécanisme de ces deux défenses se déroule respectivement en trois phases : la phase de présentation de l'antigène, la phase d'activation et de différenciation et la phase effectrice.
Toutes les cellules de défense naissent dans la moelle osseuse. Les lymphocytes B naissent et deviennent matures dans la moelle osseuse. Les lymphocytes T naissent dans la moelle osseuse, migrent dans le thymus où ils deviennent matures.
Le soi est l'ensemble des éléments propres à un individu et le non soi est l'ensemble des éléments étrangers à un individu.
Chaque cellule porte à la surface de sa membrane une protéine, le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) qui permet de distinguer le soi du non soi.
Une cellule est considérée comme étrangère si son CMH est différent de celui de l'individu. Dans le cas contraire, la cellule est considérée comme un élément de soi.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 299 27/02/2025 16:55

Exercices

Exercices de renforcement

Exercice 1

Le tableau ci-dessous présente quelques acteurs qui interviennent dans les réactions immunitaires et leurs rôles.

Acteurs	Rôles
1. Macrophages 2. Lymphocytes mémoires 3. Plasmocytes 4. Lymphocytes cytotoxiques 5. Lymphocytes mémoires 6. Lymphocytes T_4	a) Production d'anticorps b) Phagocytose c) Libération de perforines d) Production d'interleukines e) Activation des LB et des LT f) Présentation de l'épitope aux LB et aux LT g) Réponse secondaire rapide et efficace h) Transformation en plasmocytes, une fois activé i) Transformation des LT_8 en LT cytotoxiques

Associe chaque acteur à son (ses) rôle(s), en utilisant les chiffres et les lettres.

Exercice 2

Les événements suivants donnés en désordre se rapportent au mécanisme de déroulement d'une réaction immunitaire à médiation humorale.

1. Formation du complexe immun
2. Entrée de l'antigène M dans l'organisme à travers une blessure
3. Sécrétion d'anticorps spécifique à l'antigène M
4. Réaction inflammatoire
5. Présentation de l'épitope de l'antigène M aux lymphocytes T_4 par les macrophages
6. Réaction ganglionnaire
7. Les microbes envahissent tout l'organisme.
8. Production de plasmocytes et de lymphocytes B.

Range-les dans l'ordre du déroulement du mécanisme de la réaction immunitaire humorale, en utilisant les chiffres.

Exercice 3

Le texte lacunaire ci-dessous est relatif aux mécanismes de l'immunité spécifique.

Il existe de nombreuses cellules lymphoïdes dans le système immunitaire. Parmi ces cellules, les lymphocytes B et les ...1... prennent naissance la ...2... mais les lymphocytes B y acquièrent leur..3...alors que les lymphocytes T le font dans le ...4... Lors d'une réaction immunitaire à médiation ...5..., les lymphocytes B activés par l'interleukine sécrétée par les ...6... se multiplient et se différencient en plasmocytes sécréteurs d'...7... qui neutralisent l'antigène et en lymphocytes B mémoires. Quant aux lymphocytes T_8 ainsi sélectionnés, ils se multiplient sous l'action d'interleukine sécrétée par des lymphocytes T_4 activés puis se différencient en plasmocytes T8 mémoires et en ...8... qui détruisent les antigènes ou les cellules infectées par contact direct

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 300 27/02/2025 16:55

grâce à la perforine qu'ils sécrètent. C'est le mécanisme de la réaction immunitaire à ...9... Ces réactions à médiation humorale et cellulaire font partie de ...10...

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : *humorale ; immunocompétence ; lymphocyte T ; lymphocyte T cytotoxique ; cellulaire ; moelle osseuse ; thymus ; anticorps ; lymphocytes T_4 ; immunité spécifique.*

Exercice 4

Les mots et les groupes de mots suivants, extraits du tableau ci-dessous, sont relatifs à la défense de l'organisme contre les microbes : *macrophage, lymphocyte B, polynucléaire, lymphocyte T, réaction inflammatoire, lyse cellulaire ; lymphocyte T mémoire ; lymphocyte B mémoire ; rapide, coopération phagocytose ; formation de complexes immuns ; antigènes dans le sérum ; spontanée ; lente ; réaction ganglionnaire ; destruction de tous les microbes ; anticorps ; lymphocyte T cytotoxique ; plasmocyte.*

Range-les dans ce tableau, après l'avoir reproduit.

Défense non spécifique	Défense spécifique	Immunité à médiation humorale	Immunité à médiation cellulaire

Exercice 5

Les séries de propositions ci-dessous se rapportent à la défense de l'organisme contre les microbes.

1. La phagocytose intervient :
a) uniquement dans la défense spécifique ;
b) uniquement dans la défense non spécifique ;
c) dans la défense spécifique et non spécifique.

2. L'immunité à médiation humorale :
a) a pour origine les lymphocytes T et pour effecteurs les anticorps ;
b) a pour origine les lymphocytes T et pour effecteurs les cellules tueuses ;
c) a pour origine les lymphocytes B et pour effecteurs les anticorps.

3. L'immunité à médiation cellulaire :
a) a pour origine les lymphocytes T et pour effecteurs les anticorps ;
b) a pour origine les lymphocytes T et pour effecteurs les cellules tueuses ;
c) a pour origine les lymphocytes B et pour effecteurs les anticorps.

4. L'immunité à médiation humorale :
a) a pour origine les lymphocytes T et pour effecteurs les anticorps ;
b) a pour origine les lymphocytes T et pour effecteurs les cellules tueuses ;
c) a pour origine les lymphocytes B et pour effecteurs les anticorps.

Relève dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

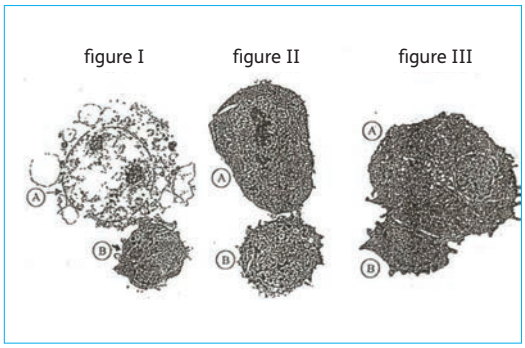
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 301 27/02/2025 16:55

Exercices

Exercices d'approfondissement

Exercice 1

Après avoir révisé sa leçon plusieurs fois et repris tous les exercices corrigés en classe, ta camarade de classe t'avoue qu'elle ne comprend toujours pas la phase effectrice de la défense spécifique à médiation cellulaire.
Elle te sollicite. Tu te sers du document ci-contre représentant les trois étapes de l'élimination d'une cellule cancéreuse par une cellule de la défense immunitaire.



Document

1. Nomme les deux cellules en cause.
2. Classe dans l'ordre chronologique les étapes de cette attaque. Nomme-les.
3. Explique l'apparence de la cellule A sur la figure I.
4. Déduis le type d'immunité mis en jeu.

Exercice 2

À la fin de la leçon sur la défense de l'organisme, ton voisin de classe décide d'approfondir ses connaissances. Il découvre dans un devoir des SVT les informations ci-dessous.
« Pour comprendre certains aspects du mécanisme de la défense de l'organisme en cas d'infection, l'expérience est réalisée sur un lapin. Un antigène est injecté sous la peau du lapin. Après quelques jours, l'observation microscopique de coupes pratiquées dans les ganglions de cet animal permet de réaliser les microphotographies du document I.
Afin de préciser le type de rapport qui s'établit entre les deux catégories de cellules mises en jeu, une deuxième expérience est réalisée. Dans un milieu de culture approprié, des macrophages d'un lapin sont mis en contact avec un antigène radioactif pendant 1 heure. Ces macrophages sont ensuite placés dans une étuve à 37°C avec des lymphocytes provenant du même animal.
L'examen du milieu de culture après quelques jours révèle :
A. La présence de radioactivité au niveau de tous les lymphocytes.
B. L'apparition de nombreuses structures telles que représentées par le document II.
Ces informations ont par ailleurs été observées chez le lapin après l'expérience 1. »

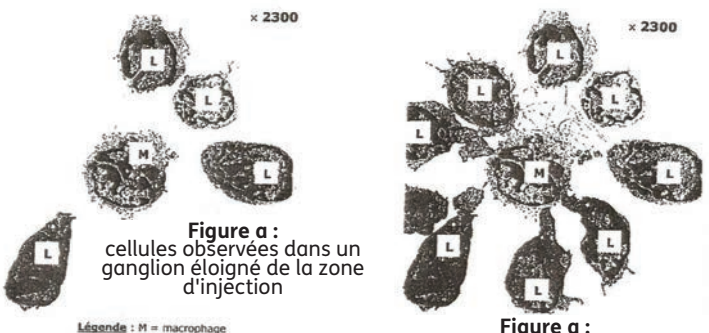
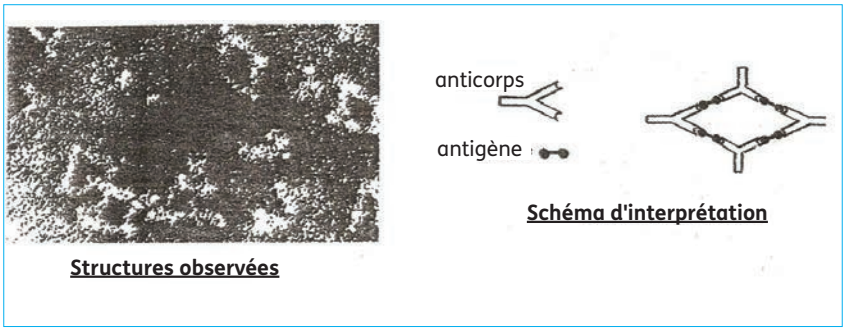


Figure a : cellules observées dans un ganglion éloigné de la zone d'injection

Figure a : cellules observées dans un ganglion proche de la zone d'injection

Document 1

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 302 27/02/2025 16:55



Document 2

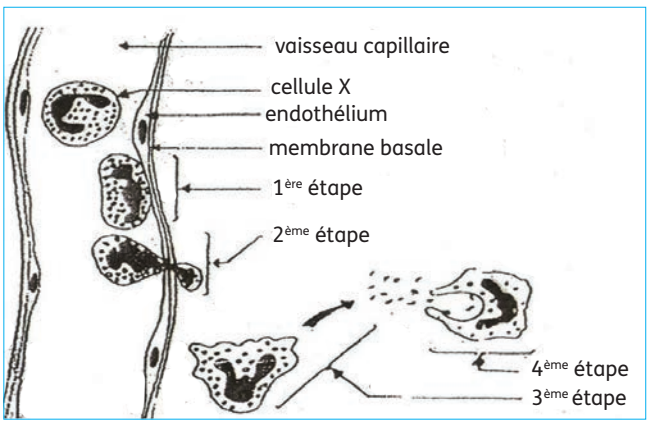
Après une observation soutenue, ton voisin est incapable d'exploiter ces informations et il te sollicite.

1. Identifie les deux importantes phases de la réaction immunitaire correspondant aux résultats A et B.
2. Analyse les résultats présentés par les documents I et II.
3. Explique les résultats.
4. Déduis de tes explications, le type de relation qui s'établit entre lymphocytes et macrophages pendant la réponse immunitaire.

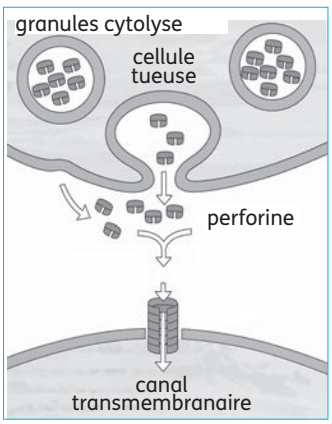
Exercice 3

Le professeur demande à tes camardes de préparer un exposé sur la défense de l'organisme contre les microbes. Au cours de leurs recherches, ils découvrent dans un manuel de biologie, le mécanisme de destruction d'un antigène dans l'organisme. Après avoir donné leur point de vue, ils ne s'accordent pas.

Tu te portes volontaire pour les aider.



Document 1



Document 2

1. Identifie la cellule X.
2. Décris les étapes de l'activité de la cellule X.
3. Explique la destruction de l'antigène X, en utilisant les documents 1 et 2.
4. Déduis le type d'immunité mis en jeu pour neutraliser cet antigène.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 303 27/02/2025 16:55

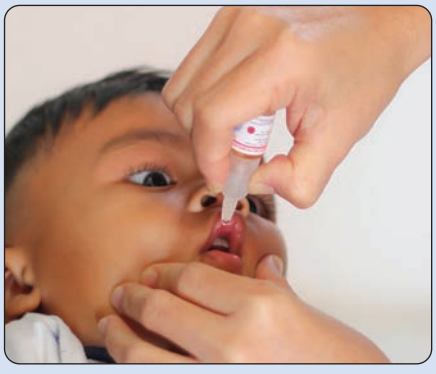
Approfondis tes connaissances

Rôle de la vaccination

Un **vaccin** est une substance qui stimule le système immunitaire afin qu'il fabrique des anticorps spécifiques pour immuniser l'organisme contre une maladie donnée.

Les vaccins servent à protéger la santé des personnes en leur permettant d'éviter de développer certaines maladies dont les conséquences pourraient être dangereuses. Lors de la vaccination, des agents infectieux atténués sont introduits dans notre organisme. Un agent infectieux atténué est inoffensif pour notre santé puisqu'il ne peut pas causer de maladie. Toutefois, à son contact, le système immunitaire réagit en fabriquant des anticorps pour le combattre. Notre organisme développe de cette façon une mémoire immunitaire. Si un agent infectieux contre lequel notre organisme a été vacciné nous envahit, il sera combattu rapidement puisque notre système immunitaire dispose déjà des anticorps pour le combattre et qu'il pourra rapidement en produire de nouveaux.

Vaccin administré par injection



Vaccin administré oralement

Les vaccins sont généralement administrés au moyen d'une injection même si quelques-uns sont administrés oralement. En plus d'immuniser chaque personne individuellement, on peut éviter des épidémies en effectuant des campagnes de vaccination auprès de populations entières. Une personne peut aussi recourir à la vaccination avant un voyage afin de se protéger contre des maladies répandues à l'étranger. Il existe des vaccins contre de multiples maladies : diphtérie, coqueluche, tétanos, varicelle, rougeole, rubéole, hépatite A et B, fièvre jaune, typhoïde, méningite, etc.

Fabrication des vaccins

La fabrication de vaccins permet d'obtenir des virus ou des bactéries qui ont perdu leur pouvoir pathogène, mais qui ont conservé leurs caractéristiques. À leur contact, le corps les identifie et stimule la production d'anticorps spécifiques sans développer la maladie. La fabrication d'un vaccin débute toujours par une culture cellulaire massive de l'agent infectieux. Par la suite, les cellules cultivées doivent être traitées afin de les rendre inoffensives. Deux principaux procédés existent pour inactiver les virus ou les bactéries.

Vaccins vivants (ou vaccins atténués)

Pour produire des vaccins vivants, on utilise des souches de bactéries ou de virus vivants auxquelles on a fait perdre leur pouvoir de provoquer une maladie à l'aide d'un traitement chimique. Ces souches d'agents infectieux atténués sont ensuite mélangées

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 304 27/02/2025 16:55

avec divers produits afin d'assurer leur conservation. Dans ce type de vaccin, l'agent infectieux est toujours vivant, mais il a perdu son pouvoir de provoquer des infections. Les vaccins contre la rougeole, la rubéole, les oreillons, la poliomyélite, la fièvre jaune et la tuberculose sont fabriqués de cette façon.

Vaccins inertes (ou vaccins inactivés)

Les vaccins inertes peuvent être produits de deux façons. D'abord, ils peuvent contenir des bactéries ou des virus qui ont été inactivés ou tués à l'aide de diverses méthodes (produits chimiques, rayonnement ultraviolet, etc.). Ces bactéries, bien qu'ayant conservé leur pouvoir de causer des maladies, ne sont plus dangereuses pour la santé. On peut également mettre au point ce type de vaccin en n'utilisant qu'une ou plusieurs parties de l'agent infectieux, soit celles qui sont reconnues par les anticorps de l'hôte. Il faut donc identifier ces parties, nommées les antigènes, et les isoler pour ensuite les rendre inoffensives à l'aide d'un traitement chimique. Les antigènes sont ensuite mélangés avec divers produits afin d'assurer leur conservation. Les vaccins contre la coqueluche, la typhoïde, le choléra et la grippe sont de ce type.

• Greffe

Une greffe est un transfert de tissu ou d'un fragment d'organe d'un donneur à un receveur.

Le rejet d'une greffe signifie que le receveur reconnaît le greffon comme un non soi ou un corps étranger. Le greffon et le receveur n'ont pas le même CMH **(Complexe Majeur d'Histocompatibilité)** ou **Human Leucocyte Antigen (HLA)**. Le greffon se différencie du receveur.

La réussite de la greffe signifie que le receveur reconnaît le greffon comme un soi. Le greffon et le receveur ont le même CMH. Le greffon se confond au receveur.

- La greffe sur le même individu est une **autogreffe**.
- La greffe entre deux vrais jumeaux est appelée **isogreffe**.
- La greffe entre deux individus de la même espèce est appelée **homogreffe** ou **allogreffe**.
- La greffe entre deux individus de différentes espèces est appelée **hétérogreffe** ou **xénogreffe**.

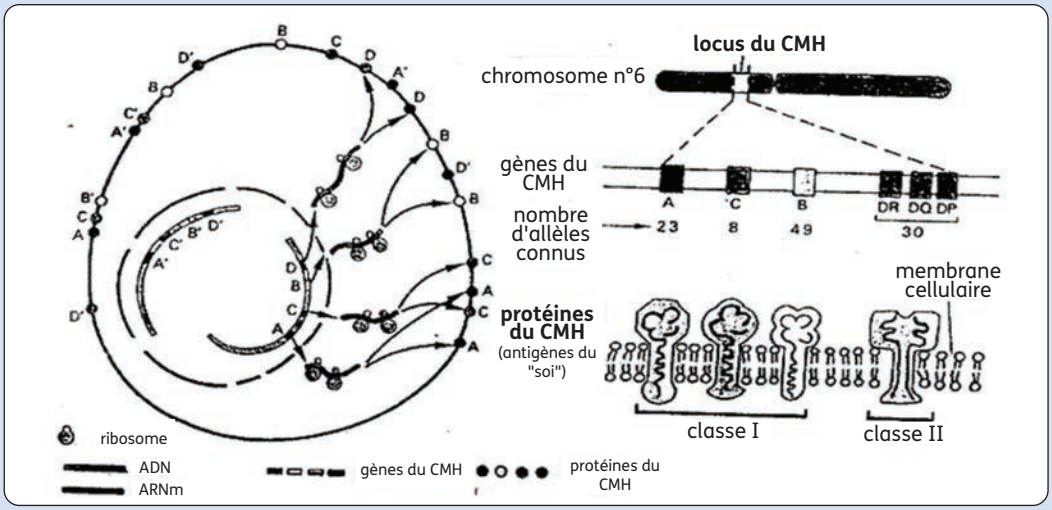
Chaque cellule a sur la surface de ses membranes, des protéines qui constituent le CMH. Ces protéines sont des molécules qui interviennent comme des récepteurs capables de reconnaître ce qui appartient à l'organisme ou le « soi ». « Le soi » est l'ensemble de molécules propres à un individu.

Le non soi est l'ensemble de molécules qui n'appartiennent pas à l'organisme. Leur présence dans l'organisme déclenche une réaction immunitaire. Ce sont des **antigènes**.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 305 27/02/2025 16:55

Approfondis tes connaissances

• Complexe majeur d'histocompatibilité



santepubliquefrance.fr

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 306 27/02/2025 16:55

Leçon 2

L'infection de l'organisme par le VIH

Situation d'apprentissage

Tes camarades de classe regardent à la télévision nationale un documentaire sur le VIH/SIDA. Ils y découvrent des personnes très amaigries, affaiblies et défigurés par le SIDA. Le journaliste affirme ceci : « Le SIDA est la pandémie du siècle. Il détruit des milliers de vies. Le VIH est un virus complexe, qui change facilement d'aspect. Une fois dans l'organisme, le VIH détruit les cellules stratégiques de défense de l'organisme ».

Informée, toute la classe veut comprendre l'infection de l'organisme par le VIH. Ensembles, vous décidez d'identifier la structure du VIH, d'expliquer son mécanisme d'infection et de dégager ses conséquences.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 307 27/02/2025 16:55

Tableau des habiletés et contenus

Habiletés	Contenus
Annoter	le schéma de l'ultrastructure du VIH.
Décrire	l'ultrastructure du VIH.
Expliquer	le mécanisme de l'infection du LT_4 par le VIH.
Dégager	les conséquences de l'infection du LT_4 par le VIH.
Déduire	la notion de dysfonctionnement du système immunitaire.
Proposer	des mesures de protection contre l'infection par le VIH.

INSTALLATION DES HABILETÉS

Activité 1 Décrire la structure du VIH

La figure ci-dessus présente le schéma de la structure du VIH vue au microscope.

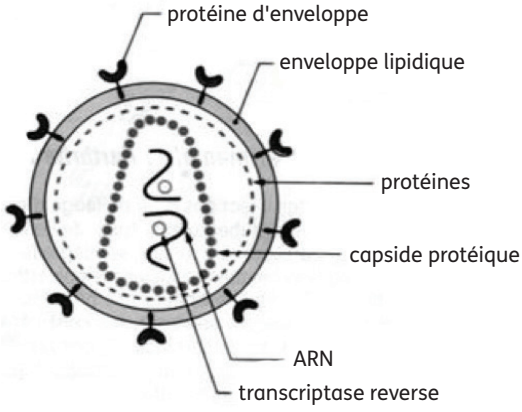


Figure 1 : Schéma de la structure du VIH

- Observe attentivement le schéma de la structure du VIH.
- Décris l'ultrastructure du VIH.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Le VIH (Virus de l'Immunodéficience Humaine) comprend une partie externe et une partie interne.

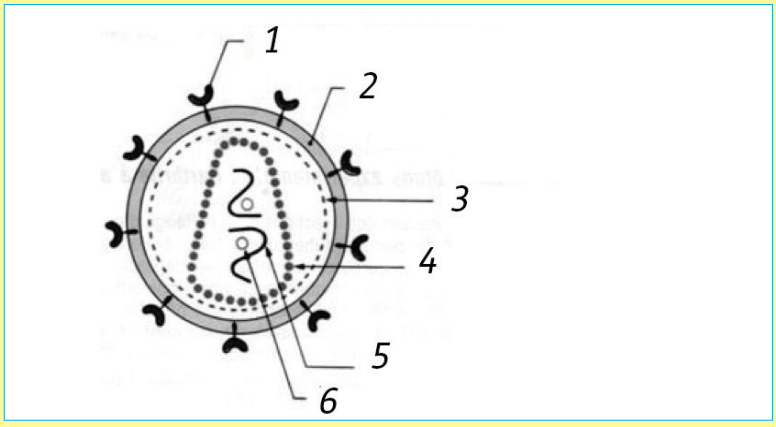
La partie externe est constituée d'une double couche lipidique transpercée par les glycoprotéines 41 (gp41) surmontées par les glycoprotéines 120 (gp 120).

La partie interne est composée du cytoplasme dans lequel baigne la capside ou le cœur. À l'intérieur de la capside, se trouve deux molécules d'ARN, une enzyme la transcriptase inverse.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 308 27/02/2025 16:55

Exercice de fixation

Le schéma ci-dessous représente la structure du VIH.



Associe à chaque chiffre du schéma l'un des mots ou groupes de mots suivants :
ARN ; enveloppe lipidique ; protéines ; protéines d'enveloppe ; capside protéique ; transcriptase reverse.

Activité 2 Expliquer le mécanisme de l'infection due au VIH

La figure ci-dessous présente les étapes de l'infection du lymphocyte T_4 (LT_4) par le VIH.

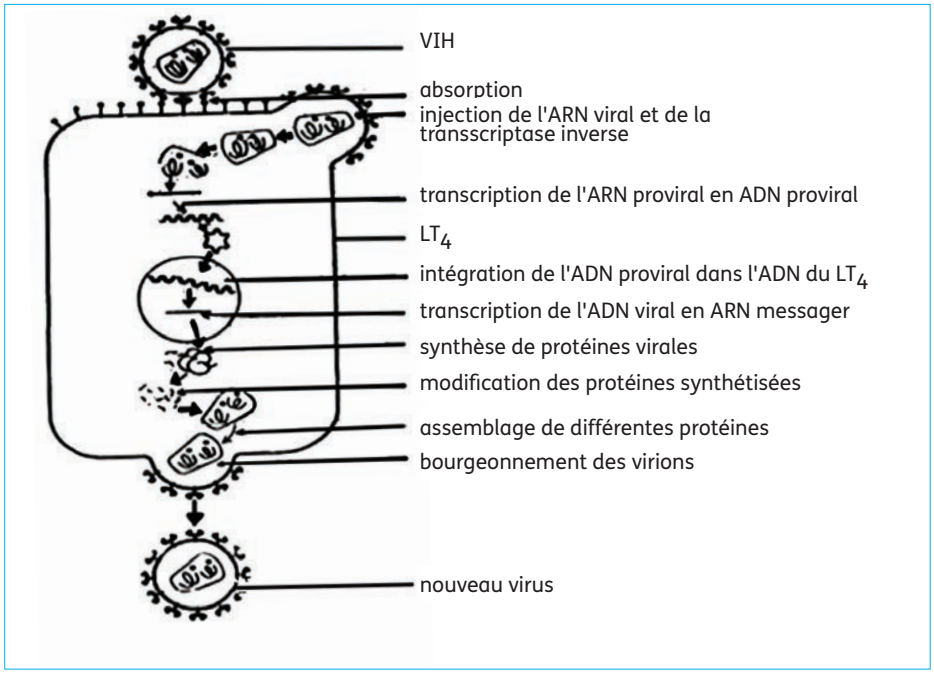


Figure 2 : Processus d'infection du LT_4 par le VIH

- Observe le processus d'infection du LT_4 par le VIH.
- Décris le mécanisme de l'infection du LT_4 par le VIH.
- Tire une conclusion.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 309 27/02/2025 16:55

Synthèse

Le VIH accède à l'organisme par le sang, soit par la transfusion sanguine soit par des rapports sexuels non protégés ou soit par le contact mère - enfant (accouchement, allaitement). Dans le sang, il s'attaque principalement aux lymphocytes LT_4 et évolue de la manière suivante :

- la glycoprotéine 120 du VIH se fixe sur le CD_4 du LT_4 et injecte l'ARN viral (ARN v) et la transcriptase inverse dans le cytoplasme (LT_4) ;
- l'ARN viral se transforme en ADN proviral grâce à la transcriptase inverse. On dit que le VIH est un rétrovirus ;
- l'ADN proviral intègre l'ADN du LT_4 dans le noyau. Il prend le nom de provirus ;
- l'ADN intégré est transcrit en ARN messager (ARNm) et en ARN viral ;
- l'ARNm est traduite en protéines virales ;
- les protéines virales s'assemblent autour de l'ARN viral pour former des virions (petits virus) qui sortent par bourgeonnement et deviennent plus tard des virus ;
- le LT_4 infecté est détruit et les nouveaux virus attaquent des LT_4 sains.

Exercice de fixation

Le texte lacunaire ci-dessous se rapporte au mécanisme de l'infection du VIH dans l'organisme.

Une fois dans l'organisme, le VIH grâce à sa glycoprotéine 120 se fixe sur le ...1... des lymphocytes T_4. La membrane du virus et celle du lymphocyte T_4 fusionnent. La transcriptase inverse et ...2... sont déversés dans le cytoplasme du LT_4. L'ARN viral converti en ...3... grâce à la...4... intègre ...5... . Cet ensemble devient quelque temps après l'ARN messager et l'ARN viral. L'ARN messager produit plusieurs ...6... qui s'assemblent autour de l'ARN viral pour former de ...7... qui sortent par ...8... .

Complète le texte avec les mots et les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : *CD_4 ; protéines virales ; l'ARN viral ; transcriptase inverse ; bourgeonnement ; l'ADN du LT_4 ; nouveaux virus ; ADN proviral.*

Activité 3 Dégager les conséquences de l'infection de l'organisme par le VIH.

Le texte ci-dessous ainsi que le graphe ci-après se rapportent à l'infection de l'organisme par le VIH.

Texte

Après la réplication active interne du VIH qui accompagne la primo-infection, le taux de virus dans le sang disparaît ou devient très modéré pendant une période de latence clinique. Dans le sang périphérique, le nombre de cellules infectées est très faible. Toutefois dès ce stade comme l'ont montré les Dr PANTELO et Al, la réplication du VIH et la charge virale sont très importantes dans les organes lymphoïdes. Ils ont montré que ces derniers hébergent dès le stade asymptomatique un nombre extrêmement élevé de macrophages et les lymphocytes CD_4 présentant une infection latente par le VIH. L'association VIH /cellules dendritiques suggère que les macrophages et les lymphocytes CD_4 qui migrent au travers des follicules lymphoïdes sont susceptibles à cette occasion d'être contaminés.

D'après B. Larrouze. Méd. Digest n° 12 Déc.1993

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 310 27/02/2025 16:55

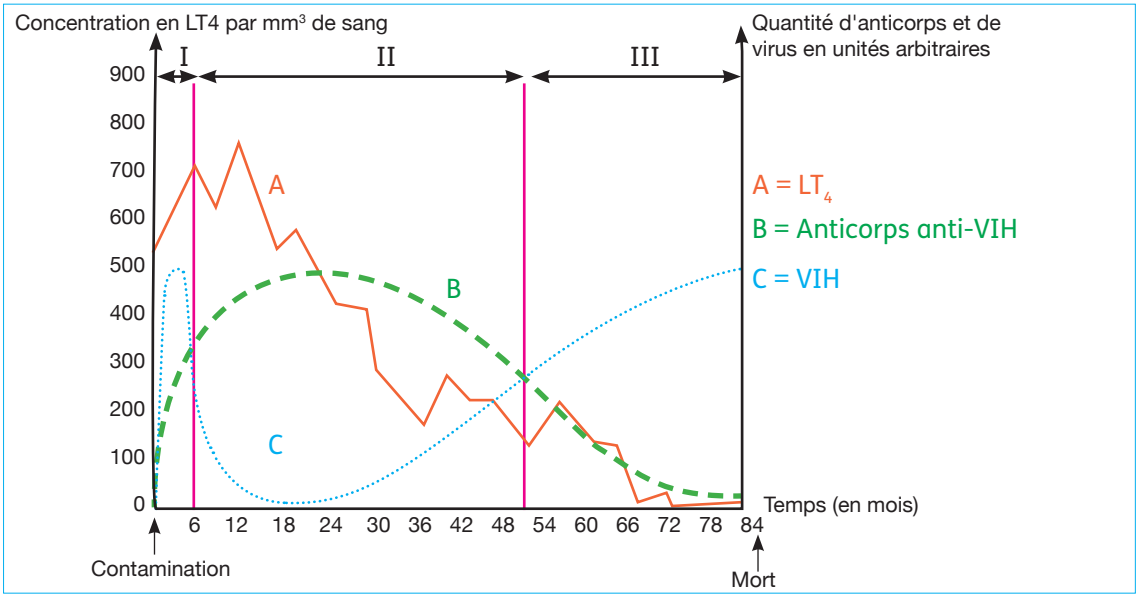


Figure 3 : Évolution du nombre de virus, des LT_4 et des anticorps anti-VIH chez un homme infecté par le VIH

- Lis attentivement le texte et observe l'évolution des différentes courbes.
- Relève les différentes phases de l'évolution du VIH.
- Analyse les différentes courbes.
- Interprète-les.
- Tire une conclusion.

Synthèse

Lorsque l'organisme est infecté par le VIH, le développement de l'infection passe par plusieurs phases.

Phase I : primo-infection : (de 0 à 6 mois)

L'augmentation de la quantité de VIH est due à sa multiplication une fois dans l'organisme. Les LT_4 sensibilisés par la présence du VIH dans l'organisme se multiplient activement d'où l'augmentation de leur taux. Ils vont à leur tour activer les LB qui se multiplient et se différencient en plasmocytes sécréteurs d'anticorps anti-VIH dont le taux augmente et fait chuter la quantité de VIH. Dès l'apparition des anticorps anti-VIH, l'individu est qualifié de séropositif.

Phase II : phase asymptomatique : (de 6 à 56 mois)

La quantité de VIH continue de diminuer parce que la plupart des virus circulant dans le sang sont neutralisés par les anticorps anti-VIH produits en grande quantité. L'augmentation à nouveau de la quantité de VIH est due au fait qu'il se multiplie en détruisant les LT_4 dont le taux chute. Cette chute du taux de LT_4 entraîne la chute du taux d'anticorps anti-VIH dans le sang.

Phase III : phase symptomatique : (au-delà de 56 mois)

L'augmentation continue de la quantité de VIH et la chute continue du taux de LT_4 et d'anticorps anti-VIH sont dues au fait que le virus échappe à l'action du système immunitaire. Le VIH continue de se multiplier aux dépens des LT_4 dont le taux devient très faible dans l'organisme ; ce qui entraîne une déficience du système immunitaire conduisant à son **dysfonctionnement**. Ainsi le VIH affaiblit l'organisme et l'expose à tous les agents pathogènes d'où l'apparition des maladies opportunistes liées au SIDA (tuberculose, sarcome de kaposi...).

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 311 27/02/2025 16:55

Exercice de fixation

Les affirmations ci-dessous se rapportent aux conséquences de l'infection du VIH dans l'organisme.

1. Le VIH détruit les lymphocytes B.
2. Les anticorps anti-VIH sont produits dès l'entrée du VIH dans l'organisme.
3. Les maladies opportunistes apparaissent lorsque la quantité de VIH dans le sang est très faible.
4. Dans son évolution, la phase symptomatique précède la phase Sida.
5. Un séropositif est un individu qui a dans son sang des anticorps anti-VIH.
6. Le VIH renforce le système immunitaire.

Relève les affirmations exactes, en utilisant les chiffres.

APPRENTISSAGE DE LA RÉDACTION

Exercice 1

Lors de la préparation du baccalauréat, l'expérience ci-dessous portant sur l'effondrement du système immunitaire dû à l'infection du VIH, a été découverte dans un livre de biologie par un élève de ta classe : des lymphocytes cytolytiques (T_8) et des lymphocytes T_4 sont cultivés dans un milieu en présence du VIH. Pendant plusieurs jours, on a suivi l'évolution du nombre de chaque catégorie de cellules dans le milieu de culture.

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus.

Durée (en jours) / % de cellules vivantes	0	5	10	15	25	28
Lymphocytes T_8	100	95	90	90	90	90
Lymphocytes T_4	100	40	20	12	8	4

Cet élève n'arrive pas à établir la relation entre les résultats de l'expérience et l'effondrement du système immunitaire suite à l'infection de l'organisme par le VIH. Il te sollicite pour l'aider.

1. Compare l'évolution des proportions de LT_4 et LT_8.
2. Explique leur évolution.
3. Déduis les conséquences de l'action du VIH sur le système immunitaire.

Corrigé

1. De 0 à 10 jours, le pourcentage de LT_8 diminue faiblement en passant de 100% à 90% alors que celui des LT_4 chute brutalement, passant de 100% à 20%.

- De 10 à 25 jours : le pourcentage des LT_8 reste constant à 90% alors que celui des LT_4 continue de baisser jusqu'à 4%.

Méthode

Bien observer l'évolution de chaque lymphocyte en fonction du temps.
Mettre ces évolutions en parallèle.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 312 27/02/2025 16:55

2. La proportion des LT_4 chute fortement parce que le VIH les infecte et provoque leur destruction massive.

- De 0 à 10 jours : les proportions de LT_8 diminuent car il y a suffisamment de LT_4 pour stimuler leur transformation en LTC.

- De 10 à 25 jours : les LT_4 sont pratiquement détruits par le VIH et ne stimulent plus la transformation des LT_8 en LTC.

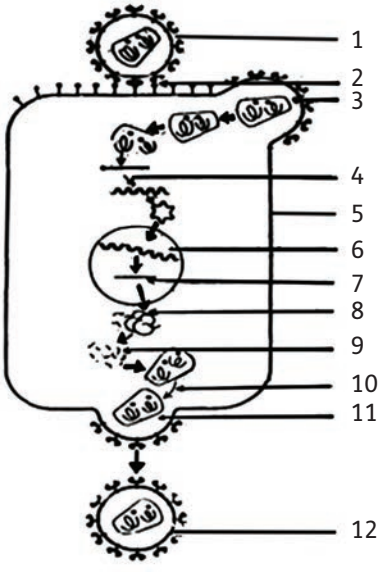
Connaître le rôle de chaque lymphocyte et son origine. Connaître la cellule cible du VIH.

3. Le VIH affaiblit le système immunitaire.

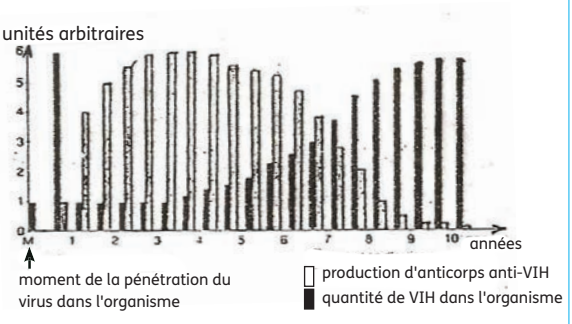
Connaître les conséquences du VIH sur le système immunitaire.

Exercice 2

Le professeur demande à tes camarades de préparer un exposé sur le VIH-SIDA pour mieux comprendre la leçon. Au cours de leurs recherches, ils découvrent dans un manuel de biologie les documents ci-dessous : Le document 1 résume le mécanisme d'infection du LT_4 par le VIH. Quant au document 2, il présente l'évolution des quantités de VIH et d'anticorps chez un séropositif obtenue par des méthodes appropriées.



Document 1



Document 2

Après un temps d'échange, ils sont incapables de les exploiter et ils te sollicitent.

1. Annote le document 1, en utilisant les chiffres.
2. Fais une analyse comparative des graphes du document 2.
3. Explique l'évolution de la quantité de VIH et la production d'anticorps anti-VIH.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 313 27/02/2025 16:55

Corrigé

1. Annotation.

1. fixation du VIH à la surface du lymphocyte T_4 (adsorption) ; 2. injection de l'ARN viral et de la transcriptase inverse ; 3. transcription de l'ARN viral en ADN proviral ; 4. injection de l'ADN proviral dans l'ADN de la cellule hôte ;
5. transcription de l'ADN viral en ARN messager ; 6. synthèse des protéines virales ;
7. modification des protéines synthétisées ;
8. assemblage des différentes protéines ;
9. bourgeonnement des virions.

2. Analyse comparée des graphes.

- Au moment de l'infection de l'organisme par le VIH, il n'existe pas d'anticorps anti-VIH
- Environ 8 mois plus tard, le taux de VIH atteint son maximum (6ua) et il y a production d'une faible quantité d'anticorps (1ua)
- À partir de 1 an, le taux de VIH chute brutalement, revient à sa valeur initiale (1ua) alors que le taux d'anticorps anti-VIH augmente progressivement jusqu'à atteindre sa valeur maximale de 6ua entre 3 et 4 ans.
- Après 4 ans, le taux d'anticorps anti-VIH baisse progressivement et tend à s'annuler à 10 ans. Parallèlement, le taux de VIH augmente progressivement pour atteindre sa valeur maximale (6ua).

3. Explication de l'évolution de la quantité de VIH et de production d'anticorps anti-VIH.

- Dès le début de l'infection, le taux de VIH augmente fortement parce que l'organisme n'a pas encore élaboré d'anticorps anti-VIH.
- Aux environs du 8e mois jusqu'à la 4ème année, on assiste à une production de plus en plus importante d'anticorps anti-VIH. Ainsi, ces anticorps neutralisent les VIH ce qui ralentit leur prolifération.
- Au-delà de 4 ans, la quantité d'anticorps diminue progressivement parce que les VIH détruisent les lymphocytes T_4, activateurs des lymphocytes B évoluant en plasmocytes producteurs d'anticorps, d'où l'augmentation du taux de VIH.

Méthode

- Observer le document.
- Connaître les différentes étapes de l'infection du LT_4 par le VIH.

- Identifier chaque paramètre de la courbe.
- Repérer les principales variations.
- Relever les évolutions des différents paramètres en fonction du temps.

- Connaître le rôle des anticorps anti-VIH et des LT_4.
- Connaître la cellule cible du VIH.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 314 27/02/2025 16:55

Résumé de cours

Le VIH (virus de l'immuno - déficience humaine) est l'agent responsable du SIDA (syndrome immuno - déficience humaine). Observée au microscope, la structure du VIH se présente comme suit.

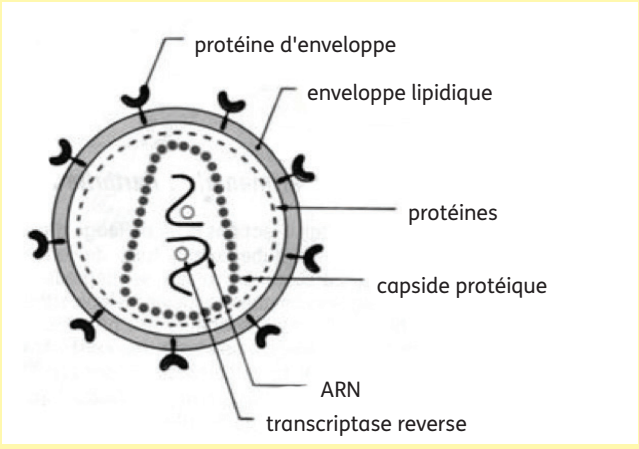


Schéma de la structure du VIH

Une fois dans l'organisme, le VIH s'attaque principalement aux lymphocytes T_4 et secondairement aux macrophages.

Le mécanisme de l'infection suit les étapes suivantes : la glycoprotéine 120 se fixe sur le CD_4 du LT_4 et leurs membranes fusionnent, le VIH injecte l'ARN viral (ARN v) et la transcriptase inverse dans le cytoplasme du LT_4, l'ARN viral se transforme en ADN proviral grâce à la transcriptase inverse, l'ADN proviral intègre l'ADN du LT_4 dans le noyau, l'ensemble ADN intégré est transcrit en ARN messager (ARNm) et en ARN viral, l'ARNm est traduit en protéines virales, Ces protéines virales s'assemblent autour de l'ARN viral pour former des virions (petits virus), les virions sortent par bourgeonnement et deviennent matures. Le LT_4 infecté meurt. Les nouveaux virus formés attaquent plusieurs autres LT_4 non infectés et les détruisent.

Les LT_4 étant essentiels dans la défense de l'organisme, leur destruction provoque l'effondrement du système immunitaire. Les maladies opportunistes apparaissent.

Malgré les avancées des recherches, il n'existe pas encore de médicaments capables de tuer le VIH. Il existe des anti-retro viraux qui freinent le développement du VIH.

Pour éviter le VIH, il faut faire le test de dépistage du VIH (western blot, Elisa) qui consiste à rechercher les anticorps anti-VIH dans le sang, être fidèle à son partenaire sexuel, éviter les transfusions sanguines non sécurisées, utiliser les objets tranchants stérilisés.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 315 27/02/2025 16:55

Exercices

Exercices de renforcement

Exercice 1

Les expressions ci-dessous données dans le désordre, se rapportent au mécanisme d'infection du VIH dans l'organisme :

1. Libération du cœur dans le cytoplasme du LT_4.
2. Bourgeonnement des virions.
3. Synthèse des protéines virales.
4. Transcription inverse de l'ARN viral en ADN Proviral.
5. Transcription de l'ADN proviral en ARN messager et en ARN viral.
6. Intégration de l'ADN viral dans l'ADN du LT_4.
7. Assemblage des protéines virales autour de l'ARN viral.
8. Fixation du VIH sur le CD_4 du LT_4.
9. Pénétration du VIH dans le sang.

Range-les dans l'ordre chronologique du mécanisme d'infection du VIH, en utilisant les chiffres.

Exercice 2

Les affirmations ci-dessous sont relatives au VIH/SIDA.

1. Le VIH est un rétrovirus.
2. Il existe des médicaments capables de détruire le VIH.
3. La capside de VIH est composée d'un ARN viral et d'un ARN messager.
4. Le CD_4 du VIH se fixe sur les glycoprotéines 120 d LT_4.
5. Le VIH s'attaque principalement aux LT_4 mais aussi aux macrophages.
6. La transcriptase inverse active la transformation de l'ARN viral en ADN proviral.
7. Dès que le VIH pénètre dans l'organisme, l'individu devient séropositif.
8. Le VIH ne se reproduit lorsqu'il est dans une cellule vivante.
9. Le VIH affaiblit le système immunitaire.
10. La phase SIDA a lieu lorsque le taux de VIH augmente rapidement tandis que celui de LT_4 et des anticorps devient très faible.

Réponds par "Vrai" ou par "Faux" à chaque affirmation, en utilisant les chiffres.

Exercice 3

Le texte lacunaire ci-dessous est relatif au mécanisme de l'infection de l'organisme par le VIH comporte des lacunes.

Le virus se fixe sur les cellules possédant la ...**1**... comme certains lymphocytes T contrôlant la ...**2**... La fixation du virus induit la ...**3**... de la membrane virale et de la membrane plasmique de la ...**4**..., suivie de l'injection de l'ARN viral L'ADN proviral produit grâce à la ...**5**... s'incorpore à ...**6**... de la cellule hôte. À ce moment, le virus n'entraîne pas la perturbation de la réponse immunitaire. Le sujet est dit ...**7**... Il ne présente aucun symptôme, il est susceptible de ...**8**... le virus soit par le sang soit par les ...**9**... Après une période de ...**10**... pouvant atteindre une dizaine

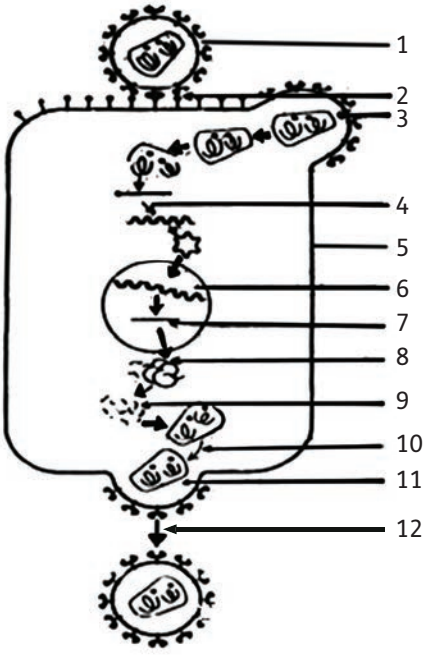
SVT Terminale Manuel 27022025.indd 316 27/02/2025 16:55

d'années, le ...**11**... peut utiliser la machinerie enzymatique de la cellule hôte pour produire de ...**12**... qui bourgeonnent à la surface du lymphocyte T_4 ... **13**...

Complète le texte avec les mots ou les groupes de mots suivants, en utilisant les chiffres : *l'ADN ; provirus ; silence ; cellule cible ; séropositif ; infecté ; sécrétions sexuelles ; fusion ; réponse immunitaire ; nouveaux virus ; transmettre ; transcriptase inverse ; protéine T_4.*

Exercice 4

Le schéma ci-dessous se rapporte au mécanisme d'infection du VIH.



Associe à chaque chiffre du schéma le mot ou le groupe de mots qui convient : *LT_4 ; adsorption ; injection de l'ARN viral et de la transcriptase inverse ; nouveau virus ; VIH ; bourgeonnement des virions ; intégration de l'ADN proviral dans l'ADN du LT_4 ; transcription de l'ADN viral en ARN messager ; synthèse de protéines virales ; assemblage de différentes protéines ; transcription de l'ARN proviral en ADN proviral ; modification des protéines synthétisées.*

Exercice 5

Les séries de proposition ci-dessous se rapportent au VIH et au SIDA.

1. Le VIH peut être transmis à une personne saine :

a) dès son entrée dans l'organisme ;

b) 3 mois après son entrée dans l'organisme ;

c) 12 mois après son entrée dans l'organisme.

2. Au cours de la phase SIDA :

a) La quantité de VIH dans le sang est largement supérieure aux LT_4 et aux anticorps anti-VIH.

b) La quantité de VIH dans le sang est largement inférieure aux LT_4 et aux anticorps anti-VIH.

c) La quantité de LT_4 dans le sang est largement supérieure au VIH.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 317 27/02/2025 16:55

Exercices

3. Le test de dépistage du VIH se fait à partir :

a) de l'urine ;

b) du sang ;

c) de la salive.

4. Le VIH s'attaque :

a) aux lymphocytes B ;

b) aux lymphocytes T4 ;

c) aux globules rouges.

5. Les antirétroviraux :

a) tuent le VIH ;

b) bloquent l'évolution du VIH ;

c) n'ont aucun effet sur le VIH.

6. Le VIH :

a) protège le système immunitaire ;

b) détruit le système immunitaire ;

c) ralentit le système immunitaire.

7. Le VIH est :

a) un rétrovirus ;

b) un Adénovirus ;

c) souvent un rétrovirus et un adénovirus.

8. Les anticorps anti-VIH apparaissent :

a) dès l'entrée du VIH dans l'organisme ;

b) 4 à 6 mois après l'entrée du VIH dans l'organisme ;

c) 12 mois après l'entrée du VIH dans l'organisme.

Relève, dans chaque série, la proposition exacte, en utilisant les chiffres et les lettres.

Exercices d'approfondissement

Exercice 1

Dans le cadre de ses activités, le club santé de ton établissement organise une conférence sur le VIH. Parmi les supports utilisés par le conférencier figurent le document 1 ci-dessous et le document 2 ci-après.

Paramètres recherchés	Valeurs de paramètres sanguins chez un individu malade	Valeurs normales de paramètres sanguins
Hématies	15.10^3 cellules/ml	11 à 24.1 cellules/ml
Plaquettes sanguines	$4,7.10^3$ cellules/ml	4,6 à 6.1 cellules/ml
Lymphocytes T_4	$0,5.10^3$ cellules/ml	1,2 à 4.1 cellules/ml
Test de détermination de l'anticorps anti-VIH	POSITIF	NÉGATIF

Document 1 : TABLEAU PRÉSENTANT DES VALEURS DE PARAMÈTRES SANGUINS CHEZ UN INDIVIDU MALADE ET DES VALEURS NORMALES

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 318 27/02/2025 16:55

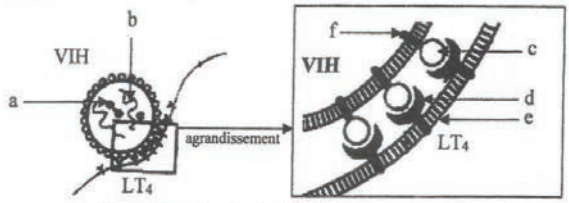


Figure 1 : la fixation du VIH sur le lymphocyte T4

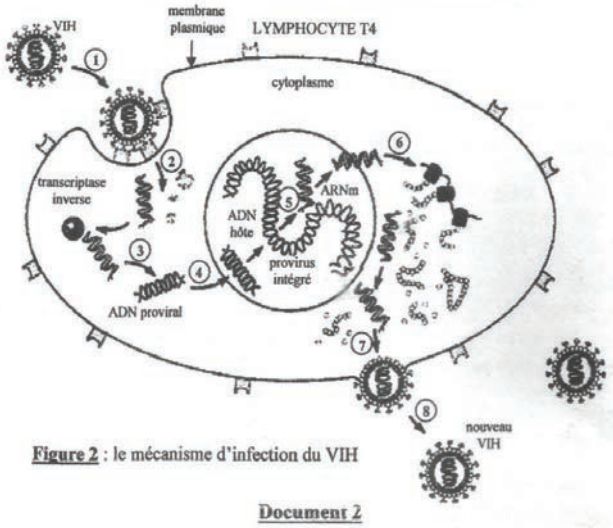


Figure 2 : le mécanisme d'infection du VIH

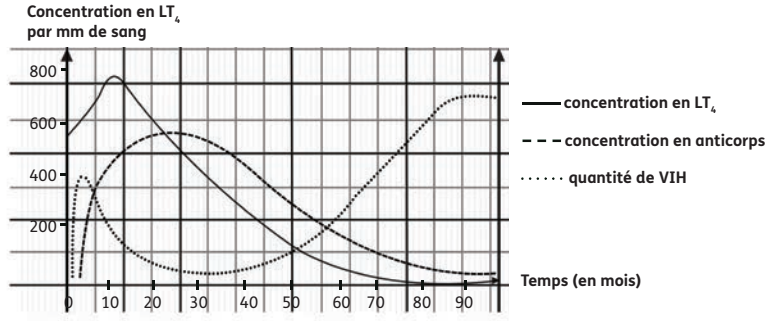
Document 2

Ton camarade de classe absent à cette conférence veut comprendre le mécanisme de l'infection de l'organisme par le VIH. Tu t'appuies sur ces documents pour le lui expliquer.

1. Annote la figure 1 du document 2 en te servant des lettres.
2. Décris le mécanisme de l'infection du VIH en te servant des chiffres.
3. Analyse le tableau du document 1.
4. Explique l'évolution du taux de LT_4 dans le sang de l'individu malade en t'appuyant sur le document 2.

Exercice 2

Le professeur des SVT a programmé un devoir de classe sur le VIH-SIDA. Pour réussir son devoir, ton voisin de classe dans ses recherches, découvre les documents ci-dessous dans un manuel.



ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE LT_4, DE VIH ET D'ANTICORPS CHEZ UN INDIVIDU INFECTÉ

Document 1

Nombre de lymphocytes T⁴ par mm³ de sang

500	sarcome de Kaposi (cancer de la peau)
400	candiklose (champignon)
300	tuberculose (bactérie). herpès (virus)
200	pneumocystose (protozoaire) toxoplasmose (protozoaire) cryptococcose (champignon)
100	Cryptosporidiose (protozoaire) Infections à cytomégalovirus et à mycobactéries
0	

Document 2

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 319 27/02/2025 16:55

Exercices

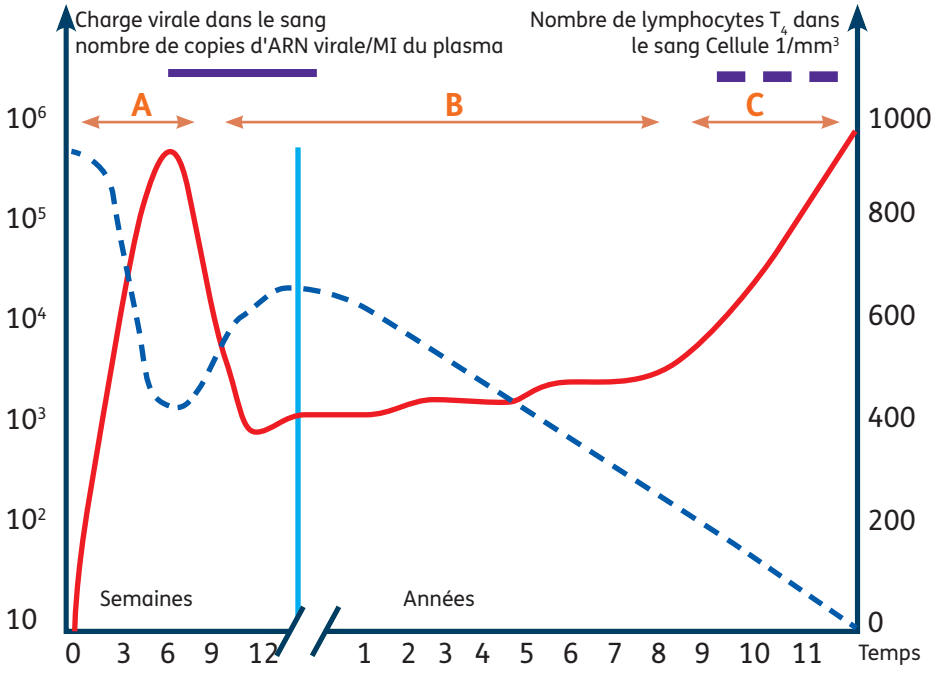
Le document 1 présente l'évolution des LT_4, anticorps anti-VIH et du VIH dosé chez un individu infecté. Quant au document 2, il présente les maladies par rapport aux nombres de lymphocytes T_4.

Après une observation profonde, il ne comprend pas la relation entre ces documents et il te sollicite.

1. Donne la signification de VIH et SIDA.
2. Analyse les différentes courbes du document 1.
3. Interprète-les.
4. Déduis la date de déclenchement possible de chacune des maladies du document 2.

Exercice 3

Lors d'une séance de régulation sur l'évolution de l'infection due au VIH, votre professeur des SVT met à la disposition de chaque groupe de travail, le document ci-dessous montrant l'évolution de la charge virale et celle du nombre de lymphocyte T_4 dans le sang d'un patient qui a été suivi les 11 dernières années de sa vie après infection par le VIH.



Tu te portes volontaire pour aider ton groupe à exploiter ce document.

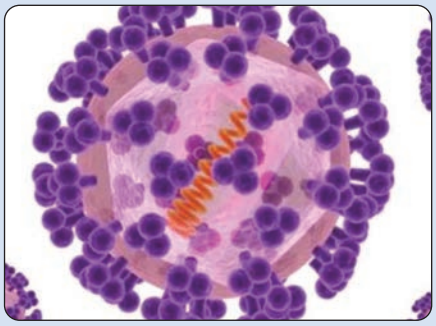
1. Identifie les phases A, B et C de l'évolution de l'infection due au VIH, chez ce patient.
2. Fais une analyse comparative de l'évolution de la charge virale et du nombre de lymphocytes T_4 dans le sang du patient.
3. Explique ces évolutions à la phase A et à la phase C.
4. Justifie l'apparition des maladies opportunistes à la phase C.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 320 27/02/2025 16:55

Approfondis tes connaissances

LES DIFFÉRENTS VIH

L'infection par le VIH/sida est due à un virus qui a été découvert en 1983 et dont l'étude détaillée a permis d'identifier les médicaments qui sont utilisés aujourd'hui.



Vaccin administré par injection

LES DIFFÉRENTS VIH

Il existe deux VIH (virus de l'immunodéficience humaine) : le VIH-1 qui est de loin le plus courant dans le monde, et le VIH-2 qui est surtout observé dans les pays d'Afrique de l'Ouest. Ces deux virus partagent les mêmes modes de transmission. Le VIH-2 provoque une infection moins sévère qui évolue plus lentement que celle due au VIH-1.

D'OÙ VIENT LE VIH ?

De très nombreuses hypothèses farfelues sur l'origine du VIH continuent de circuler. Aujourd'hui, on sait de manière certaine que le VIH est issu d'un virus similaire présent chez les grands singes (chimpanzés, gorilles). Ce virus des singes a très certainement contaminé des personnes en Afrique subsaharienne, par exemple à l'occasion de chasse et d'abattage de grands singes pour la consommation alimentaire. Il s'est ensuite adapté à l'Homme et a ainsi donné naissance au VIH tel que nous le connaissons aujourd'hui.

Des preuves formelles d'infection par le VIH ont été identifiées dans des fragments d'organes prélevés sur des personnes mortes dans les années 1950, à la suite de ce qui était alors une mystérieuse maladie. Ainsi, l'apparition du VIH est plus ancienne que les techniques de génie génétique, ce qui coupe court aux théories d'un virus fabriqué par l'Homme.

La propagation du VIH à travers le monde s'est d'abord faite en Afrique, berceau du VIH, par le biais du développement des transports routiers et aériens (ainsi que, probablement, des campagnes de vaccination massives où les organisateurs ne prenaient pas la peine de changer d'aiguille à chaque patient). Ensuite, le développement du tourisme, en particulier aérien, dans les années 1960 et 1970 a permis la dissémination du VIH à travers le monde, avec un foyer de forte contamination dans les Caraïbes (possiblement lié aux échanges importants entre cette région et l'Afrique).

QUE FAIRE EN CAS DE PRISE DE RISQUE AU VIH ?

Si, lors d'un rapport sexuel ou d'un événement de la vie quotidienne, du sang ou des sécrétions sexuelles ont été en contact direct avec des muqueuses ou une plaie de la peau, il convient de prendre des mesures pour essayer de réduire le risque d'infection :

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 321 27/02/2025 16:55

Approfondis tes connaissances

- Nettoyer les muqueuses ou la plaie avec de l'eau savonneuse, rincer, puis désinfecter avec un antiseptique, si cela est possible ;
- Consulter un service d'urgence hospitalier au plus vite pour éventuellement recevoir un traitement dit « post-exposition ». Ce traitement est d'autant plus efficace qu'il est débuté rapidement après l'exposition, si possible dans les 4 heures et au plus tard dans les 48 heures. Il contient des médicaments actifs contre le VIH et il est administré pendant un mois. Des tests sanguins sont faits avant et après le traitement pour s'assurer de l'absence d'infection par le VIH. Ces traitements provoquent souvent des effets indésirables désagréables mais ils doivent être pris comme indiqué pour être efficaces.

vivrepositif.fr

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 322 27/02/2025 16:55

✔ **Pour exploiter les images, il faut :**

- observer attentivement ces images,
- relever les informations véhiculées par les images,
- analyser ces images : mettre en relation les informations relevées,
- expliquer ou interpréter (si nécessaires) ces informations : c'est donner un sens aux informations contenues dans l'analyse ;
- tirer une conclusion ou déduire ou répondre à la préoccupation posée dans la situation.

✔ **Pour exploiter les graphes, il faut :**

- présenter le phénomène noté en ordonnées en fonction de la variante notée en abscisses,
- distinguer les différentes phases de la courbe par rapport à l'axe des abscisses,
- décrire l'évolution du phénomène au niveau de chaque phase,
- expliquer ou interpréter les différentes variations du phénomène,
- tirer une conclusion ou déduire ou répondre à la préoccupation posée dans la situation.

✔ **Pour exploiter un tableau, il faut :**

- lire attentivement les données du tableau ;
- relever les informations scientifiques véhiculées par le tableau ;
- analyser ces informations : mettre en relation les informations relevées ;
- expliquer ou interpréter les différentes informations si nécessaire ;
- tirer une conclusion ou déduire ou répondre à la préoccupation posée dans la situation.

✔ **Pour exploiter les histogrammes, il faut :**

- présenter le phénomène noté en ordonnées en fonction de la variante notée en abscisses,
- distinguer les différentes phases de la courbe par rapport à l'axe des abscisses,
- décrire l'évolution du phénomène au niveau de chaque phase,
- expliquer ou interpréter les différentes variations du phénomène,
- tirer une conclusion ou déduire ou répondre à la préoccupation posée dans la situation.

✔ **Pour exploiter un texte, il faut :**

- lire attentivement le texte ;
- relever les informations scientifiques véhiculées par le texte ;
- analyser ces informations : mettre en relation les informations relevées ;
- expliquer ou interpréter les différentes informations si nécessaire ;
- tirer une conclusion ou déduire ou répondre à la préoccupation posée dans la situation

Quand il y a plusieurs documents proposés, ces documents doivent être utilisés de façon cohérente pour tirer les informations pertinentes.

Lorsqu'on demande d'expliquer un phénomène, il faut faire d'abord une analyse des documents fournis et tirer une conclusion si possible.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 323 27/02/2025 16:55

Mémento

LA MISE EN PLACE DES GISEMENTS MINIERS EN CÔTE D'IVOIRE

Les ressources minières de la Côte d'Ivoire sont variées. Il s'agit entre autres de l'or, du diamant, du fer, du nickel, du cuivre…

On trouve ces ressources dans diverses régions de la Côte d'Ivoire, du Sud au Nord et d'Est à l'Ouest en passant par le Centre. Certains minerais sont caractéristiques de certaines régions : le diamant à Tortya, l'or à l'Est, au Sud–Est, au Centre et dans certaines régions du Nord et de l'Ouest…

Les principales roches encaissantes sont : les roches magmatiques et sédimentaires pour l'or, le diamant et les roches métamorphiques pour le fer...

Il existe plusieurs types de gisement minier : les gisements primaires ou hydrothermaux ; les gisements secondaires résiduels et les gisements secondaires alluvionnaires.

L'EXPLOITATION DES GISEMENTS MINIERS EN CÔTE D'IVOIRE

La recherche des minerais ou prospection minière utilise des méthodes directes (prospection alluvionnaire et la prospection géochimique) et des méthodes indirectes (les méthodes radiométrique, électrique et magnétique).

La méthode d'exploitation minière utilisée dépend de la profondeur à laquelle se localise le minerai : l'exploitation à ciel ouvert (profondeur entre 0 et 100 m) et l'exploitation souterraine (profondeur au-delà de 100 m).

La technique de la « batée » est à la fois une technique de prospection et d'exploitation.

L'exploitation minière a des impacts positifs, par les richesses qu'elle apporte au pays mais a aussi des impacts négatifs par la dégradation de l'environnement qu'elle provoque.

L'AMÉLIORATION ET LA PROTECTION DES SOLS

Le sol est le support physique des plantes terrestres. À ce titre, les plantes y puisent leurs substances nutritives.

Un sol fertile doit avoir une texture équilibrée et une structure organisée ; Il doit être riche en humus et en sels minéraux et être le siège d'activités biologiques et microbiologiques. Un sol qui a les caractéristiques contraires est dit infertile.

Les techniques culturales suivantes améliorent la fertilité des sols il s'agit de **l'apport d'engrais chimique**, de **l'apport d'engrais organiques** et **de l'amendement calcaire** ou **humifère**.

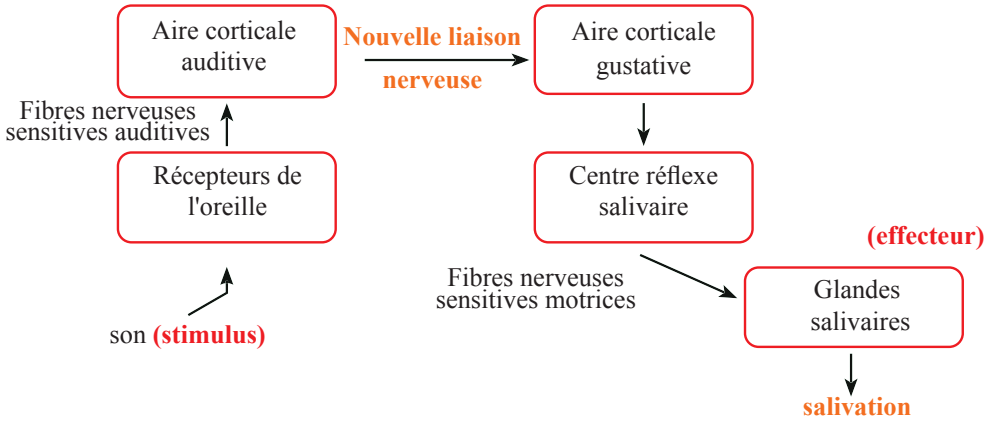
Les techniques culturales suivantes protègent les sols il s'agit du **paillage**, des **plantes de couverture**, de **la jachère**, **du terrassement** et de **l'assolement**.

Une exploitation rationnelle des sols qui allie pratique culturale adéquate et méthodes de protection appropriées permet de préserver la fertilité des sols.

LE RÉFLEXE CONDITIONNEL

Les réflexes acquis ou conditionnels sont mis en place à la suite d'un apprentissage.

Ils font intervenir un stimulus et un récepteur qui ne déclenchent pas d'habitude ce comportement. De l'organe des sens stimulé, un conducteur sensitif conduit l'influx nerveux au centre nerveux qui ne déclenche pas d'habitude le comportement. À la suite de l'apprentissage, une nouvelle liaison se crée entre le centre nerveux stimulé et le centre nerveux qui déclenche habituellement le comportement réflexe attendu (exemple : centre visuel - centre salivaire pour le réflexe acquis de salivation...).



ARC RÉFLEXE SALIVAIRE CONDITIONNEL

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 324 27/02/2025 16:55

LE FONCTIONNEMENT DU TISSU NERVEUX

Le système nerveux est constitué par les centres nerveux (encéphale et la moelle épinière) et les nerfs qui sont des associations de fibres nerveuses.
Le nerf et les fibres nerveuses qui le constituent sont des structures polarisées (au repos elles sont chargées positivement à l'extérieur et négativement à l'intérieur). Cette polarisation est due à une inégale répartition des cations de part et d'autre de la membrane plasmique. Cette polarisation membranaire est appelée potentiel de repos ou potentiel de membrane (PM).
La fibre nerveuse et le nerf sont excitables : soumis à une stimulation efficace, leur membrane se dépolarise jusqu'à l'obtention d'une onde de dépolarisations appelée potentielle d'action (P.A).
Au niveau du nerf, l'amplitude du potentiel d'action augmente avec l'intensité des excitations (c'est le phénomène de sommation), mais au niveau de la fibre nerveuse, cette amplitude est d'emblée maximale lorsque le seuil d'excitation est atteint (loi du tout ou rien).
La transmission du message nerveux ou potentiel d'action dans l'organisme passe par plusieurs relais appelés synapses. Le fonctionnement de ces synapses permet, soit la dépolarisation de la membrane post-synaptique (potentiel post-synaptique excitateur au niveau d'une synapse excitatrice. Soit l'hyperpolarisation de la membrane post-synaptique (potentiel post-synaptique inhibiteur au niveau d'une synapse inhibitrice).

LE FONCTIONNEMENT DU MUSCLE STRIÉ SQUELETTIQUE

Le muscle squelettique est un organe élastique, contractile et excitable. Il est rattaché en général aux os.
À une stimulation efficace, le muscle répond par une contraction musculaire appelée secousse musculaire.
Lorsqu'on porte sur un muscle une série d'excitations rapprochées, il répond par une série de contractions imparfaitement ou totalement fusionnées (tétanos imparfait ou parfait). L'amplitude des contractions musculaires accroît avec l'intensité de stimulation jusqu'à une amplitude maximale (phénomène de sommation). L'amplitude des contractions diminue quand le muscle se fatigue.
La contraction musculaire est précédée par des phénomènes électriques (le potentiel d'action musculaire). C'est l'activité électrique qui déclenche l'activité mécanique (la contraction musculaire).
Elle est accompagnée de phénomènes chimiques (consommation d'oxygène, accumulation d'acide lactique…) et thermiques (production de chaleur).
Le muscle squelettique est constitué de cellules poly nucléées appelée fibres musculaires.
Chaque fibre contient des faisceaux de myofibrilles et chaque myofibrille est constituée de myofilaments fins d'actine et de myofilaments épais de myosine.
La contraction musculaire est provoquée par le glissement des myofilaments fins d'actine entre les myofilaments épais de myosine, dans un processus d'attachement – pivotement – détachement, utilisant de l'énergie (ATP) et nécessitant des ions calcium (Ca^{++}).
L'ATP utilisée lors de la contraction musculaire, est régénérée au sein de la cellule musculaire selon deux voies (des voies rapides et des voies lentes que sont la respiration et la fermentation).

LE FONCTIONNEMENT DU CŒUR

Le cœur est un organe musculeux comportant quatre cavités (chez les mammifères)
Le cœur est un organe doué d'automatisme : les potentiels d'action qui provoquent ses contractions prennent naissance spontanément dans le tissu nodal. Ce dernier est constitué chez les mammifères par le nœud sinusal, le nœud septal, le faisceau de His et le réseau de Purkinje
L'activité électrique née dans le tissu nodal parcourt les cellules musculaires cardiaques et provoque leur contraction. Chez l'Homme, cette activité électrique constitue l'électrocardiogramme qui est une succession d'ondes. L'onde P qui précède la systole auriculaire, le complexe d'onde QRS qui précède la systole ventriculaire et l'onde T qui se produit au cours de la diastole ventriculaire.
L'activité cardiaque est influencée par le système nerveux central qui peut provoquer l'accélération ou le ralentissement de son rythme, en fonction des besoins de l'organisme. Cette influence s'exerce par l'intermédiaire du système orthosympathique (système cardio-accélérateur) ou du système parasympathique (système cardio-modérateur).
Le système nerveux agit sur le cœur par l'intermédiaire de substances (médiateurs chimiques) libérées par les neurones orthosympathiques (adrénaline) ou parasympathiques (acétylcholine) suite à leur excitation.
L'acétylcholine est une substance cardiomodératrice alors que l'adrénaline est cardioaccélératrice.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 325 27/02/2025 16:55

LE DEVENIR DES CELLULES SEXUELLES CHEZ LES MAMMIFÈRES

Chez les mammifères, la fécondation et le développement de l'embryon sont internes.
La fécondation a lieu dans le tiers supérieur de l'oviducte. La cellule-œuf ou zygote, issue de la fécondation se divise successivement pour donner d'abord une masse cellulaire ensuite un embryon. Ce dernier se fixe dans l'utérus où il poursuit son développement. L'embryon est relié à l'organisme de la femelle par le placenta qui lui permet de se nourrir.
Certains obstacles peuvent empêcher la fécondation (l'obstruction des oviductes par exemple). En de difficulté pour la fécondation, certaines méthodes comme la FIVETE, l'insémination artificielle permettent de résoudre ce problème.

LE FONCTIONNEMENT DES ORGANES SEXUELS CHEZ L'HOMME

Chez les mammifères femelles, spécifiquement chez la femme et quelques grands singes, les ovaires et l'utérus fonctionnent de façon cyclique. Chaque cycle est marqué par les règles et l'ovulation. Les règles limitent les cycles successifs et elles sont les manifestations extérieures de la destruction de l'endomètre utérin. Entre deux règles successives, sous l'action des hormones ovariennes, l'endomètre utérin s'épaissit progressivement puis se découpe par invagination de l'épithélium. L'endomètre utérin prend l'aspect de dentelles pendant la période post - ovulatoire.
Avant l'ovulation, les follicules contenus dans les ovaires produisent des œstrogènes.
Lorsque le follicule mûr expulse l'ovocyte II, il se transforme en corps jaune producteur d'œstrogènes et de progestérone.
La production des hormones ovariennes se fait sous le contrôle des gonadostimulines ou gonadotrophines produites par l'antéhypophyse. Il s'agit de la FSH (Hormone de Stimulation Folliculaire) et de la LH (Hormone Lutéinisante).
La sécrétion des gonadotrophines est stimulée par des neurohormones hypothalamiques appelées gonadotrophine releasing hormones (GnRh) et se fait en fonction du taux sanguin des hormones ovariennes : il s'agit d'un rétrocontrôle.
Les fonctions testiculaires (spermatogenèse et production de la testostérone) sont également sous le contrôle de l'axe hypothalamo – hypophysaire: la FSH contrôle la spermatogenèse et LH contrôle la production de la testostérone.
La découverte du phénomène du rétrocontrôle exercé par les hormones ovariennes sur la production des gonadostimulines, a été exploitée pour la fabrication et l'utilisation des pilules comme moyen contraceptif. Les hormones ovariennes de synthèse que certaines pilules libèrent dans le sang de la femme, à partir d'un certain taux, inhibent la sécrétion des gonadostimulines par l'antéhypophyse et provoquent ainsi le blocage de l'ovulation.

LA REPRODUCTION CHEZ LES SPERMAPHYTES

La fleur est l'appareil reproducteur des spermaphytes. Les étamines sont les organes reproducteurs mâles. Elles produisent les grains de pollen qui renferment chacun, un noyau végétatif et un noyau reproducteur mâle.
Le pistil est l'organe reproducteur femelle. Il produit un ou plusieurs ovules contenu(s) dans l'ovaire.
Le grain de pollen se forme à partir d'une cellule mère diploïde (la cellule mère des grains de pollen) par division méiotique. On obtient à la fin, quatre (4) grains de pollen contenant chacun deux noyaux haploïdes (le noyau végétatif et le noyau reproducteur ou spermatogène).
L'ovule renferme un sac embryonnaire qui s'y forme, à partir de la cellule mère du sac embryonnaire qui est diploïde par la division méiotique avec dégénérescence de trois des quatre cellules obtenues. L'unique cellule haploïde restante subit successivement, trois divisions mitotiques incomplètes suivies du cloisonnement de la cellule qui permet d'obtenir le sac embryonnaire constitué de sept cellules : trois antipodes situés au pôle opposé au micropyle, deux synergides et une oosphère (cellule reproductrice femelle) situées au pôle micropylaire et une grosse cellule binucléée, centrale.
À la suite d'une double fécondation, l'ovule se transforme en graine et l'ovaire se transforme en fruit.

LA TRANSMISSION D'UN CARACTÈRE HÉRÉDITAIRE CHEZ L'HOMME

Le monohybridisme est la transmission d'un caractère, d'une génération à l'autre.
L'arbre généalogique est le support de l'étude de la transmission d'un caractère dans l'espèce humaine.
• Lorsque le caractère est récessif, il peut apparaître dans la descendance même s'il ne se manifeste pas chez les parents. Il peut aussi ne pas apparaître dans la descendance même s'il se manifeste chez l'un des parents.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 326 27/02/2025 16:55

• Lorsque le caractère est dominant, chaque fois que l'un des parents manifeste ce caractère, il se manifeste chez au moins l'un des enfants.
• Si le caractère est autosomal, la transmission concerne aussi bien les garçons que les filles de la descendance, quel que soit le sexe du parent atteint.
• Si le caractère est lié au sexe, s'il est récessif, les garçons de la descendance manifestent en majorité le caractère.
Exemple : Si le gène se trouve sur le chromosome X, les fils de la descendance sont plus exposés à un caractère récessif transmis par la mère.
• le père transmet son chromosome X à ses filles. Les fils reçoivent le chromosome X de leur mère. Le chromosome Y se transmet de père en fils.

LA TRANSMISSION DE DEUX CARACTÈRES HÉRÉDITAIRES CHEZ LES ÊTRES VIVANTS

Le dihybridisme est la transmission de deux caractères héréditaires. L'étude de cette transmission se fait caractère par caractère.
- L'étude caractère par caractère est basée sur la maîtrise des règles du monohybridisme.
• Lorsque la première génération (F_1) est homogène (tous les individus de la descendance ont le même phénotype), on en déduit que les parents croisés sont de race pure (homozygotes) et que le phénotype dominant ou intermédiaire s'exprime.
• La deuxième génération (F_2) peut présenter une ségrégation 3/4, 1/4 (dominance complète) ou 1/2, 1/4 et 1/4 (codominance). On en déduit que les parents croisés sont des hétérozygotes, le caractère étudié est gouverné par un couple d'allèles et les individus majoritaires ont le phénotype dominant ou le phénotype intermédiaire.
• Le test cross est un croisement qui donne une descendance avec une ségrégation 1/2 , 1/2.
C'est un croisement entre un hétérozygote et un homozygote récessif.
- Pour savoir si les deux (02) gènes qui gouvernent deux caractères sont
Indépendants ou non ;
• Il faut déterminer la ségrégation théorique en cas de gènes indépendants, par le système branché et la comparer à la ségrégation expérimentale.
• Il faut ensuite confronter les résultats théoriques attendus aux résultats observés.
Au niveau du croisement, pour confirmer ou infirmer la liaison ou non des gènes impliqués, on utilise le tableau ci-dessous :

Phénotypes	Effectifs observés	Test d'hypothèse d'indépendance	
		Ségrégation théorique	Effectifs théoriques attendus

En cas de test cross, les fréquences et les phénotypes des individus de la descendance sont les mêmes que les fréquences et les génotypes des gamètes produits par l'individu double hétérozygote. Dans ce cas le pourcentage des individus recombinés est égal à la distance génétique (les individus recombinés sont toujours minoritaires).

LE MAINTIEN DE LA CONSTANCE DU MILIEU INTÉRIEUR

Le sang et la lymphe constituent le milieu intérieur. Le sang circule dans les vaisseaux sanguins. Une partie de la lymphe est en contact direct avec les cellules (la lymphe interstitielle) et une autre partie circule dans les vaisseaux lymphatiques qui communiquent avec la circulation sanguine.
Le rein, constitué de néphrons, produit l'urine à partir des constituants du plasma (phase liquide du sang), en fonction de la concentration de ces constituants dans le plasma. L'urine définitive (l'urine rejetée par l'organisme) est enrichie en substances secrétées ou excrétées par les cellules du néphron qui est le tube urinifère.
Les perturbations du milieu intérieur (volume d'eau trop ou peu élevé, concentration en solutés élevée ou basse) sont détectées par des récepteurs spécifiques qui suscitent des réactions appropriées du rein : élimination de l'excès d'eau ou de solutés, réabsorption faible ou massive de l'eau ou des solutés… Ces réactions permettent de ramener les valeurs biologiques (pression osmotique, taux de glucose...) à la normale.
L'homéostasie est l'ensemble des processus qui permettent de maintenir les caractéristiques du milieu intérieur (pression osmotique, pH...) à la normale. Elle assure ainsi la constance du milieu intérieur.
L'ADH (hormone antidiurétique) intervient dans la régulation de la teneur en eau du milieu intérieur : elle favorise la réabsorption de l'eau par les néphrons quand la pression osmotique est forte.
L'aldostérone, quant à elle, intervient dans la régulation du taux de sodium (natrémie) dans le milieu intérieur.

SVT Terminale Manuel 27022025.indd 327 27/02/2025 16:55

LE SYSTÈME DE DÉFENSE DE L'ORGANISME

Les mécanismes de défense de l'organisme sont deux types : la défense non spécifique qui est innée et immédiate. Ce type de défense comporte la réaction inflammatoire, la réaction ganglionnaire et la réaction généralisée.

La défense spécifique quant à elle, est dirigée contre un antigène sur lequel elle est uniquement active. Elle commence par la reconnaissance de l'antigène comme élément étranger (le non soi) et s'achève par la neutralisation ou la destruction de cet antigène.
La reconnaissance des antigènes peut être directe (cas des lymphocytes B) ou indirecte.
La neutralisation ou la destruction de l'antigène activateur peut être assurée soit :

- par des anticorps produits par des plasmocytes. Ces anticorps sont capables de neutraliser ou de détruire l'antigène activateur. Il s'agit d'une réaction immunitaire à médiation humorale.

- par des lymphocytes T cytotoxiques qui détruisent l'antigène activateur par cytolyse (cas d'une cellule). Il s'agit d'une réaction immunitaire à médiation cellulaire.

Tous ces mécanismes de défense sont coordonnés par les lymphocytes T_4, dans une coopération cellulaire. Les lymphocytes T_4 peuvent ainsi stimuler ou inhiber le système de défense selon les besoins de l'organisme.

L'INFECTION DE L'ORGANISME PAR LE VIH

Le VIH est le Virus de l'Immunodéficience Humaine. Il infecte l'organisme par voie sanguine ou sexuelle ou encore pendant l'accouchement ou lors de l'allaitement, de la mère séropositive à son enfant. Dans l'organisme, le VIH se fixe sur la cellule hôte porteuse des marqueurs CD_4. Il y injecte son ARN avec la transcriptase inverse. Dans le cytoplasme de la cellule hôte, l'ARN viral se transforme en ADN ou provirus qui pénètre dans le noyau et s'intègre dans l'ADN de cellule infectée. La synthèse protéique qui est initiée produit du matériel pour la reproduction du virus. La cellule hôte finit par être détruite.
La destruction des LT_4 infectés par le VIH, provoque la désorganisation et l'affaiblissement du système de défense de l'organisme. Ce dernier se trouve ainsi livré aux maladies dites opportunistes qui finissent par tuer le malade.

Mise en page : Vallesse Éditions
info@vallesse.ci
Achevé d'imprimer en Côte d'Ivoire
1er trimestre 2025
Dépôt légal N° 22487 du 06 février 2025